

## 徳島県沿岸の底質の性状

上田 幸男<sup>\*1,2</sup>, 住友 寿明<sup>\*3</sup>

### The quality of bottom sediments around Tokushima Prefecture

Yukio UETA<sup>\*1,2</sup> and Toshiaki SUMITOMO<sup>\*3</sup>

Particle size distribution, concentrations of acid volatile sulfide (AVS-S), ignition loss of 500 °C and 800 °C in the bottom sediments (upper 10 cm layer) of Harima-Sea, Kii Channel, and Pacific Ocean around Tokushima Prefecture, were investigated to evaluate the existing state of the fishing grounds. One hundred and eighty sediment samples were collected using a Smith-MacIntyre spring loading grab, Gravity corer, and Ekman grab. Larger particle sizes were found at stations located in the Naruto Straits, the eastern part of Kii Channel, and the coastal area of Kaifu which experience with relatively strong current flows. Smaller particle sizes were found in the southern part of Harima-Sea, the western part of Kii Channel which experience relatively mild current flows. Higher AVS-S concentrations were found at stations located in Uchinoumi, the southern part of Harima-Sea with fish farming grounds and on muddy sediments off Tokushima City. Higher levels of organic matter (ignition loss of 500 °C) were found at stations located in Uchinoumi the southern part of Harima-Sea with fish farming grounds and the northeastern part of Kii Channel adjacent to Osaka-Bay. Higher calcium carbonate concentration (ignition loss of 800 °C) were found at stations located in the Naruto Straits, the mouth part of Kii Channel which are affected by strong current flows and the southern coastal sea area of Kaifu where a coral reef is distributed.

**Keywords:** Bottom sediment 底質; Particle size distribution 粒度組成; Acid volatile sulfide (AVS-S) 硫化物態イオウ濃度; Ignition loss 強熱減量; COD 化学的酸素要求量; Calcium carbonate 炭酸カルシウム; Organic matter 有機物量

徳島県沿岸の播磨灘および紀伊水道では底生魚類やエビ、カニ類などの甲殻類を漁獲対象にした小型底びき網漁業やハモ *Muraenesox cinereus* を漁獲対象とした延縄漁業が、海部沿岸海域ではアカアマダイ *Branchiostegus japonicus* およびハモを漁獲対象にした延縄漁業が盛んである。底質の性状がこれらの底生生物の分布を決定する重要な要素になっていることが、古くから漁業者により経験的に知られている。このことから、底質の性状を明らかにすることは、底生魚介類の分布や漁場形成を明らかにするうえでも重要なことである。しかしながら、徳島県沿岸の底質については一部の海域に関する報告(谷本ほか1984, 井内1982)があるのみで、広域的な調査はこれまで実施されていなかった。

一般に、水質は海水が流動的であるために短い時間スケールの変動を示すのに対して、底質は堆積物の流動性が極めて小さいために、その海域の平均的・累積的な性状を示すことが知られている(岡市ほか1996)。このため、底質の性状を明らかにすることにより、その海域の過去から現在に至る平均的な漁場環境を評価することができる。

本研究では、底生生物の生息場に関する基礎資料を得ること、および隣接海域を含む流動環境や汚染度の指標として底質を分析し、徳島県沿岸の漁場を評価する目的で、底質の粒度組成、硫化物量、有機物量(500 °C強熱減量)および炭酸カルシウム量(800 °C強熱減量)の分析を実施し、底質分布図の作成を試みた。

#### 材料と方法

1997年7月29日から2002年2月27日に漁業調査船「とくしま」(67トン, 800馬力, 2000年2月9日からは新調査船80トン, 1200馬力)および一部漁船の備船により、徳島県沿岸の合計180定点(播磨灘19定点, 紀伊水道77定点, 海部沿岸52定点, 内の海6定点, 橘湾3定点, 椿泊湾6定点, 由岐町沿岸7定点, 浅川湾4定点, 那佐湾3定点, 見床湾3定点)でスミス・マッキンタイヤ採泥器(採泥面積1/4 m<sup>2</sup>), コアサンプラー採泥器(内径36 mm)およびエクマン採泥器(0.04 m<sup>2</sup>)を併用して、底質の採取をおこなった(Fig. 1)。また、D-GPSにより採取位置(WGS-84)を、魚群探知機からその位置の水深を記録するとともに、採取した底質の泥温、

\*1 徳島県水産課 (Fisheries Section, Tokushima Prefectural Office, Bandai, Tokushima 770-8570, Japan)

\*2 現所属: 独立行政法人 水産総合研究センター西海区水産研究所 (Seikai National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, Tairamachi 1551-8, Nagasaki 851-2213, Japan)

\*3 徳島県立農林水産総合技術センター水産研究所 (Fisheries Research Institute, Tokushima Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Center, Hiwasa, Kaifu, Tokushima 779-2304, Japan)

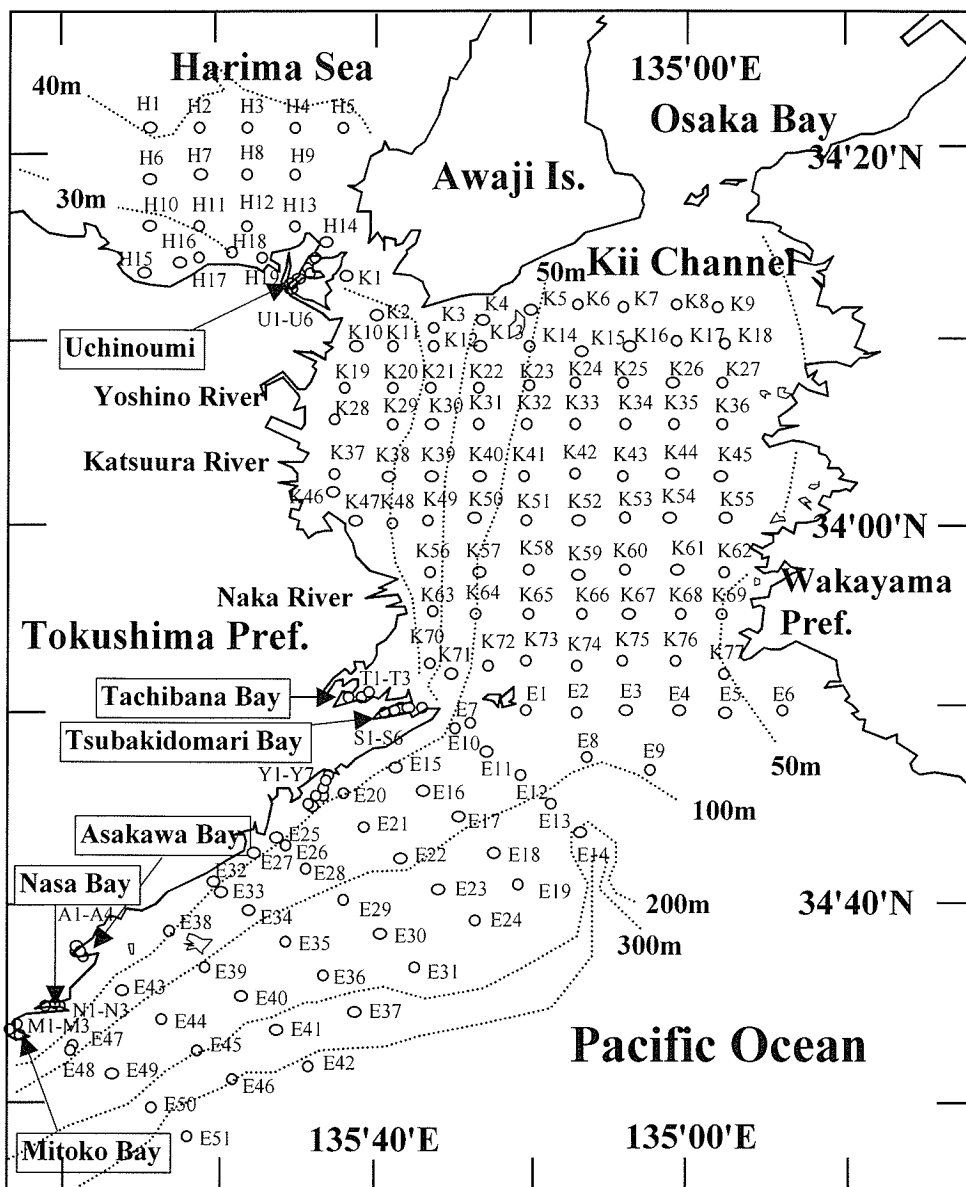


Fig. 1 Map around Tokushima Prefecture showing the bottom topography. White circles with letters and numerals denote the sampling stations. Latitude / longitude coordinates was expressed as WGS-84.

泥臭および外観性状を野帳に記録した。コアサンプラーで採取された底泥からの分析資料として8.0~10.0 cmの泥柱を、スミス・マッキンタイヤおよびエクマン採泥器で採取された底泥から内径36 mmのアクリルパイプを用いて10 cmを基本として2.0~10.0 cmの泥柱を採取し、いずれも二重蓋の標本瓶に密封し、氷冷して徳島県水産研究所の研究室へ持ち帰った。

研究室に持ち帰った底泥は採取日に全硫化物量, 500 °C強熱減量および800 °C強熱減量の分析を実施し、一部は粒度組成およびCODの分析のために冷凍保存した。いずれの分析においても泥中の底質と水分が均一になるようによく攪拌した後、分析に供した。

粒度組成の分析は、水質汚濁調査指針(日本水産資源保護

協会,1980)に準じ、4, 2.83, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.075, 0.037および0.020 mm目合のふるいを用いて淘汰分析を実施した。底質27.182~61.999 gを精秤した後、上から目合の大きい順に重ねたふるいに投入し、流水下にて手動で振動を与えてふるいにかけた。今回の粒度分析では、流水下でふるいによる分画を実施したために脱塩処理を実施せず、肉眼で生物の存在が見られなかったことから有機物の分解処理を実施しなかった。その後、底泥とふるいは定温乾燥機で105 °C, 3時間乾燥し、さらに手動で振動を与えてふるいにかけた後、筆を用いて秤量瓶に移し、各ふるいの乾燥した底質の重量を精秤した。得られた各ふるいの乾燥重量を100%比率にて表した。なお、分析に用いた底質試料の乾燥重量からふるい上に残った乾燥底泥の合計重量を差し

引いた値を目合0.020 mm以下の値とした。得られた各ふるいの目合の大きさと乾燥重量の関係から粒度分布積算曲線を作成し、累積頻度が50%に相当する粒径を中央粒径値とした。

全硫化物の分析には底泥0.18～10.07 gを精秤後、水質汚濁調査指針(日本水産資源保護協会, 1980)のガス検知管法に従って硫化水素量(AVS)を測定した。検知管はガステック社製201Hもしくは201Lを用いた。また、ガス検知管法で測定と同時に底質1.86～8.00 gをろつばに精秤後、定温乾燥機で105℃, 3時間乾燥し、試料の乾燥重量の湿重量に対する比率(乾燥重量比)を求めた。底質試料の乾燥重量1 gあたりのAVS(全硫化物量)は次式により求めた。

AVS (mg/g dry sediment) = 検知管の測定値/(試料重量・乾燥重量比)

このように求めたAVS(全硫化物量)に、硫化水素に対するイオウの分子量比0.9408を乗じて硫化物態イオウ濃度に換算し、これをAVS-S濃度(mg/g dry sediment)とした。

強熱減量の分析は、乾燥重量比を求めた試料を、さらにマッフル炉にて500℃で3時間加熱した後、精秤して硫化物同様に試料の乾燥重量の湿重量に対する比率(乾燥重量比)を、500℃強熱減量値として求めた。さらに、800℃で3時間加熱し、500℃で3時間加熱した試料の重量との差を800℃強熱減量値とした。

有機物の目安となる500℃強熱減量とCODの相関を調べる目的で得られた底質の標本を4～-20℃で保存した後、500℃強熱減量とCODの分析に供した。なお、CODの分析は過マンガン酸カリウム法により実施した。

2001年10月15, 16日には層ごとの性状の違いを調べる目的で、St. K28およびSt. K46において海底面からそれぞれ120 mmおよび150 mmの底質を採取し、これらを海底面から12 mm層ごとに分画し、その底質の硫化物量、500℃強熱減量および800℃強熱減量の分析を実施した。また、底質の性状の季節変化を調べる目的で、2001年4月から2002年3月にかけて毎月1回の割合で紀伊水道のSt. K28, K46, K47, K49, K63および播磨灘のSt. H1, H10, H12で採集した底質について、硫化物量、500℃強熱減量および800℃強熱減量の分析を実施した。

得られた分析結果と採泥地点の位置情報(世界測地系WGS-84に基づく緯度・経度)を徳島県海洋データ処理システム(新潟ステック社製Umiel)に入力して徳島県沿岸の底質分布図を作成するとともに、観測地点の水深と位置情報から等深線図を作成した。

## 結果

**採取水深と水温** 水深4.6～380 mの計180定点において採泥をおこない、その泥温は8.5～28.4℃であった。海域別にみると、播磨灘では9～11月に水深29～69 mの19定点において底質の採取をおこない、泥温は21.7～27.2℃であった(Appendix-table 1～4)。紀伊水道では6～11月に水深10～73 mの77定点において採泥を実施し、泥温は18.7～26.9℃であった。海部沿岸では2～11月に水深38～380 mの52定点において採泥を実施し、泥温は8.8～27.1℃であった。いずれの海域の底質においても、季節や採取水深によって泥温が大きく異なった。

スミス・マッキンタイヤ採泥器では水深380 mまで、コアサンプラーでは水深69 mまで、エクマン採泥器では水深42 mまで底質の採取に成功した。スミス・マッキンタイヤ採泥器による採泥では、調査船「とくしま」に備えたワープウインチによりφ8 mmのワイヤーを通して採泥器を海底に緩やかに着底させることにより、水深300 mを越える海域においてもほとんど失敗なく底質を採取することができた。コアサンプラーについては底質が粘性の強い泥の場合であっても水深30 mを越えると引き揚げ時に流出することが多く、水深69 mにおける採集が限界であった。

**底質性状の季節変化** 底質の性状の季節変化を調べる目的で、2001年4月から2002年3月に播磨灘のSt. H1, H10, H12および紀伊水道のSt. K28, K46, K47, K49, K63のAVS-S, 500℃および800℃強熱減量を調べた。

播磨灘のAVS-Sについては鳴門海峡に近いSt.H2の値が養殖漁場の近傍にあるSt. H1, H10に比べて周年低い値を示した(Fig. 2)。紀伊水道のAVS-SではSt. K28において2001年5月に1.5 mg/g dry sedimentの非常に高い値を、2001年4, 7月に0.1 mg/g dry sedimentの低い値を示したほかは0.40～0.51 mg/g dry sedimentの安定的な値を示した(Fig. 3)。全体的な傾向として周年を通してSt. K28のAVS-Sが常に他の調査定点に比べて高い値を示した。St. K28の底質の色彩は肉眼でも常に他の定点よりも黒色傾向が強かった。

500℃強熱減量については、播磨灘のSt. H1, H10では6～9%の高い値を示し、周年を通じて同様の変動傾向を示した。St. H12では周年を通して3, 4%の低い値を示した(Fig. 4)。紀伊水道では周年を通しておおむね3～5%の安定的な値を示した。全体的な傾向としてAVS-S値の高い紀伊水道のSt. K28において、周年を通じて3～4%の相対的に低い値を示した(Fig. 5)。

800℃強熱減量については、播磨灘のSt. H12で3%以下

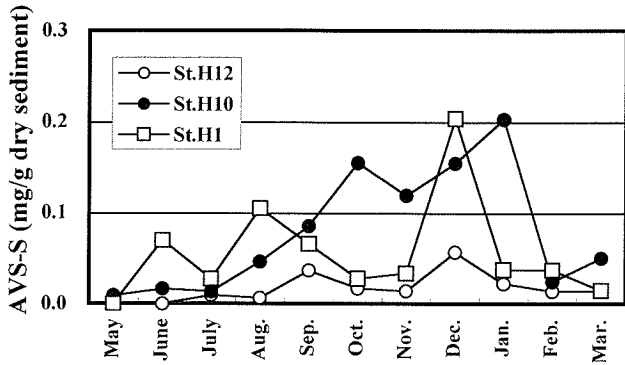


Fig. 2 Seasonal fluctuations of the acid volatile sulfide (AVS-S) content in Harima-Sea during May 2001 to March 2002.

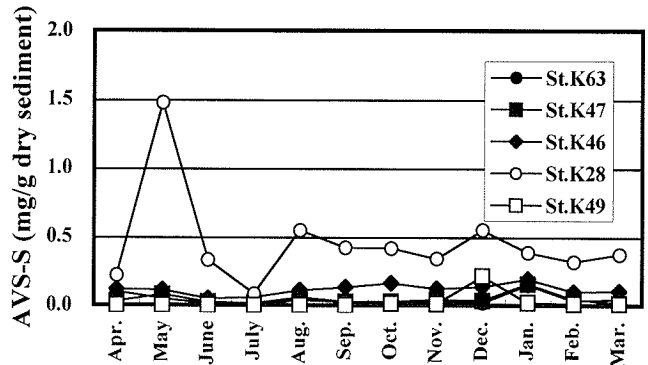


Fig. 3 Seasonal fluctuations of the acid volatile sulfide (AVS-S) content in Kii Channel during April 2001 to March 2002.

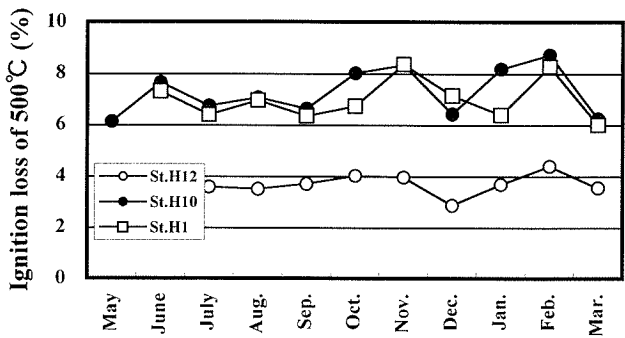


Fig. 4 Seasonal fluctuations of the ignition loss of 500 °C in Harima-Sea during May 2001 to March 2002.

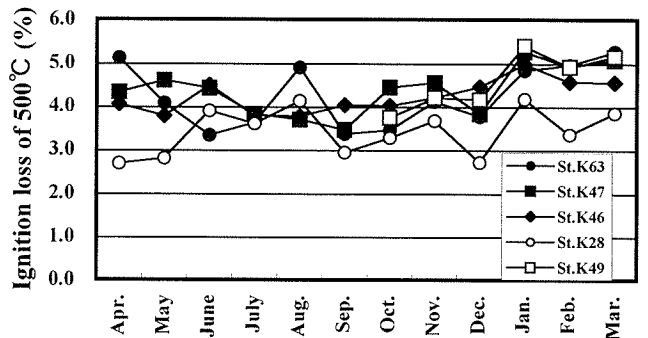


Fig. 5 Seasonal fluctuations of the ignition loss of 500 °C in Kii Channel during April 2001 to March 2002.

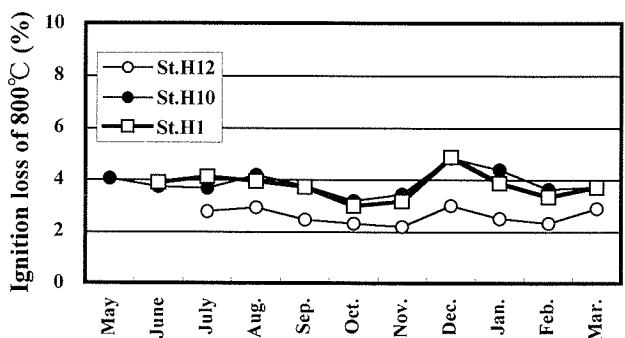


Fig. 6 Seasonal fluctuations of the ignition loss of 800 °C in Harima-Sea during May 2001 to March 2002.

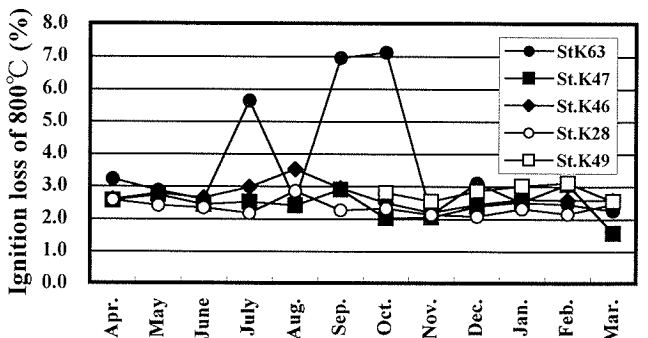


Fig. 7 Seasonal fluctuations of the ignition loss of 800 °C in Kii Channel during April 2001 to March 2002.

の低い値を示したほか, St. H1, H10 では 4 % 前後の安定的な値を示した (Fig. 6)。紀伊水道では St. K63 において 7, 9, 10 月 5 % を越える高い値を示したほかは, おおむね 2 ~ 3 % の安定的な値を示した (Fig. 7)。

これらの結果から, AVS-S については季節や定点により値の違いがみられ, 500 °C および 800 °C 強熱減量は周年を通じてほぼ安定的な値を示した。

層による性状の違い St. K28 における海底面から深さ 150 mm における 12 mm 層ごとの AVS-S, 500 °C 強熱減量

および 800 °C 強熱減量はそれぞれ, 0.020 ~ 0.064 mg/g dry sediment, 2.20 ~ 4.87 % および 2.0 ~ 2.52 % を, St. K46 における海底面から深さ 120 mm における 12 mm 層ごとのそれらは 0.010 ~ 0.019 mg/g dry sediment, 3.65 ~ 4.68 % および 2.22 ~ 2.83 % を示した (Fig. 8)。

St. K28 および St. K46 における 500 °C 強熱減量および 800 °C 強熱減量の値には, 泥柱の上下層において大きな差がみられなかったが, AVS-S は泥中の上下層で値が大きく異なった (Fig. 8)。St. 28 の AVS-S は 0 ~ 12 mm 層, 46 ~ 69 mm 層お

よび 127 ~ 150 mm 層で 0.03 mg/g dry sediment 以下の低い値を、12 ~ 35 mm 層、69 ~ 92 mm 層および 115 ~ 127 mm 層では 0.05 mg/g dry sediment を越える高い値を示し、およそ 2 層の高い硫化物層を確認した。St. K46 でも同様の傾向が認められたことから、有機物量およびカルシウム量は各層間で大きな差はみられないもの、AVS-S は層により大きな差があることが明らかとなった。

**500 °C 強熱減量と COD の相関** 強熱減量は試料を高温で加熱し、含まれる有機物が燃焼することによる減量を有機物の指標として用いる方法である。「水質汚濁調査指針 (1980)」では 700 °C、2 時間の強熱を指定しているが、この強熱温度では貝殻の主成分である炭酸カルシウムが不完全な分解を起こすために、貝殻の多い試料では再現性が乏しくなるうえ、有機物の指標といたがたくなる。このため、水産庁の漁場保全対策推進事業では 550 °C、6 時間を採用している。古賀 (1991) は大型貝類を除去した後、貝殻成分によ

る減量を避けるため 550 °C、1 時間の強熱減量を採用している。井上 (1998) は COD で表現される海底堆積物中では比較的分解されやすい有機物であり、400 °C、3 時間の強熱減量で表現される強熱損失は近似的に全有機物と考えてよいと述べている。

徳島県水産研究所では経験的に有機物量と炭酸カルシウムの量を区分するために 500 °C、3 時間を有機物量の指標とし、さらに 800 °C、3 時間をカルシウム量の指標としているが、これらの加熱温度と加熱時間が実際の有機物量やカルシウム量の分析方法として適しているかどうか明らかにされていない。このことから、本研究では 500 °C、3 時間の強熱減量値と COD 値に相関があるかどうかを調べた。

その結果、500 °C、3 時間の強熱減量と COD の相関には非常に強い相関が認められた ( $n = 180, r = 0.95, p < 0.001$ ) (Fig. 9)。この結果から、500 °C、3 時間の強熱減量は有機物量の指標として有効であることを確認した。また、この関

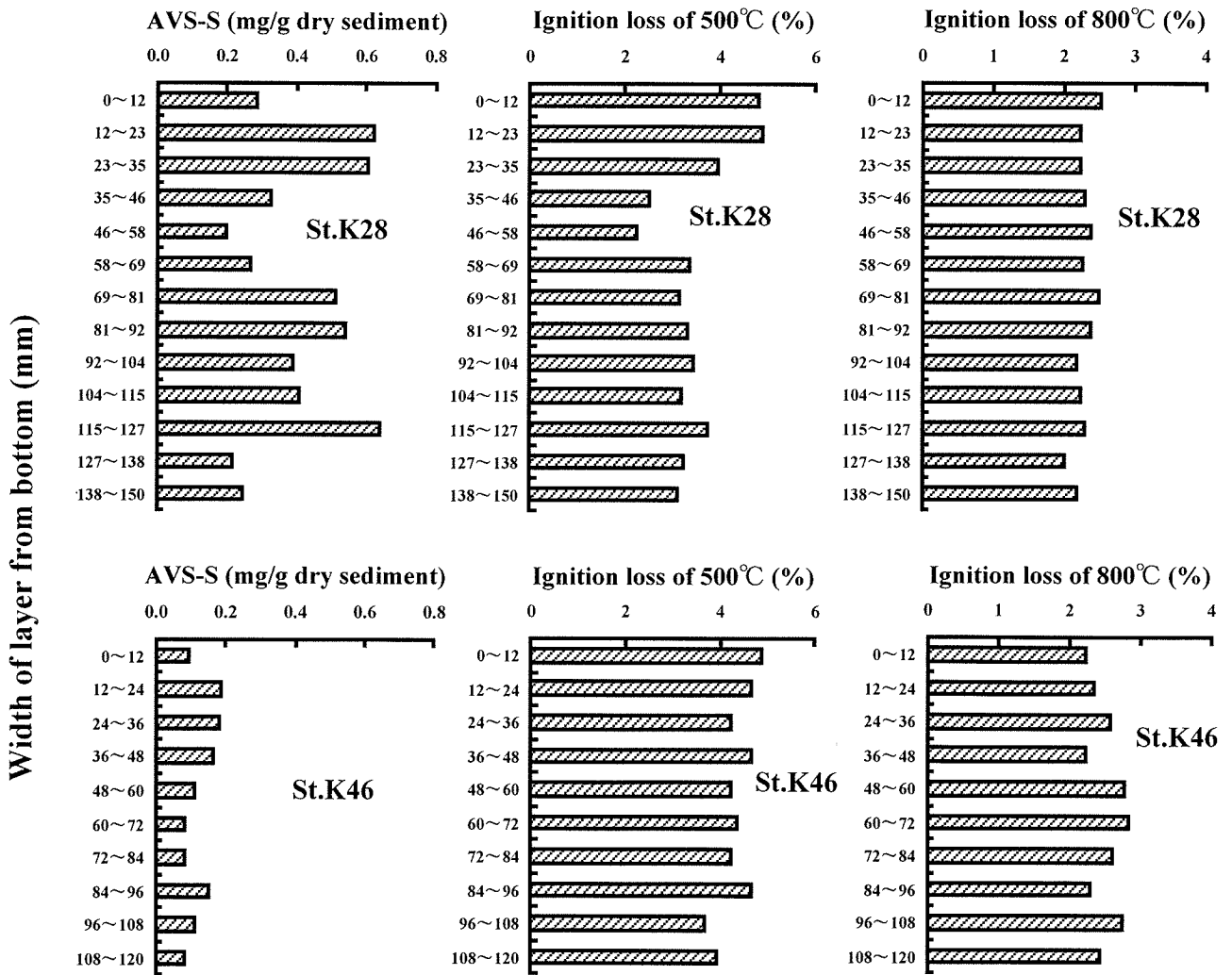


Fig. 8 Distribution of acid volatile sulfide (AVS-S), and ignition loss of 500 °C and 800 °C in each layer from the bottom surface.

係式を用いて500℃強熱減量の値をCOD値に変換した(Appendix-table 1～4)。

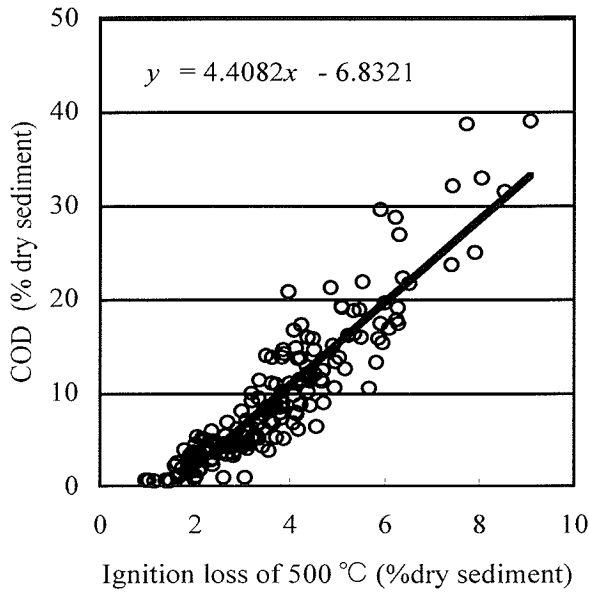


Fig. 9 Relationship between ignition loss of 500℃ and COD in all stations. Solid line shows the regression line.

**中央粒径値の水平分布および粒度組成** 底質の粒度組成は、粒径(mm)とKrumbeinによって定義されたφスケールで示す表現方法がある(大森ほか1971)。本研究では、主として粒径(mm)で示し、Appendix-table 1～4にφスケールを示した。

播磨灘の底質の中央粒径値は0.012～2.970 mmで、一部鳴門海峡周辺でれきや砂などがみられるが、大部分の底質は泥であった(Fig. 10, Appendix-table 2)。

紀伊水道の底質の中央粒径値は0.014 mmから4 mm以上の中央粒径を有し、れき、砂、泥の多様な底質を有した。吉野川から那賀川の沿岸から紀伊水道中央部にかけては0.04 mm以下の小さな中央粒径値を有しているのに対して、紀伊水道の南部、鳴門海峡および紀伊水道の東部では0.08 mm以上の中央粒径値を有していた(Fig. 10, Appendix-table 3,4)。

海部沿岸の底質の中央粒径値は、0.019 mmから4 mm以上の幅広い値を示した。水深100 m以浅では大部分の定点の中央粒径値が0.100 mm以上で砂質が中心であったが、水深200 m以深では中央粒径値が0.100 mm以下となり、基本的に泥質であった(Fig. 10, Appendix-table 1)。水深254 mの海盆内にあるSt. E14の中央粒径値は、最も小さい0.019 mmを示した。

沿岸域では、内の海の底質の中央粒径値が0.013～0.218 mmで泥域が多く、橘湾では0.012～0.018 mmで泥域、椿

泊湾では0.013～0.065 mmで泥域、由岐沿岸では0.091～2.200 mmで砂質、浅川湾では0.083～0.101 mmで砂質、那佐湾では0.108～0.550 mmで砂質、水床湾では0.129～0.320 mmで砂質の割合が多かった(Fig. 10, Appendix-table 1～4)。

全海域を通して、流れの速い鳴門海峡周辺、紀伊水道南部および海部沿岸北部においては中央粒径値が0.125 mmを越える大型の粒子の割合が、やや流れの強い紀伊水道東部や海部沿岸南部では0.037～0.125 mmの粒子の割合が、流れの弱い播磨灘、紀伊水道の西部および海部沿岸の急深な海盆では0.037 mm以下の粒子の割合が多かった。

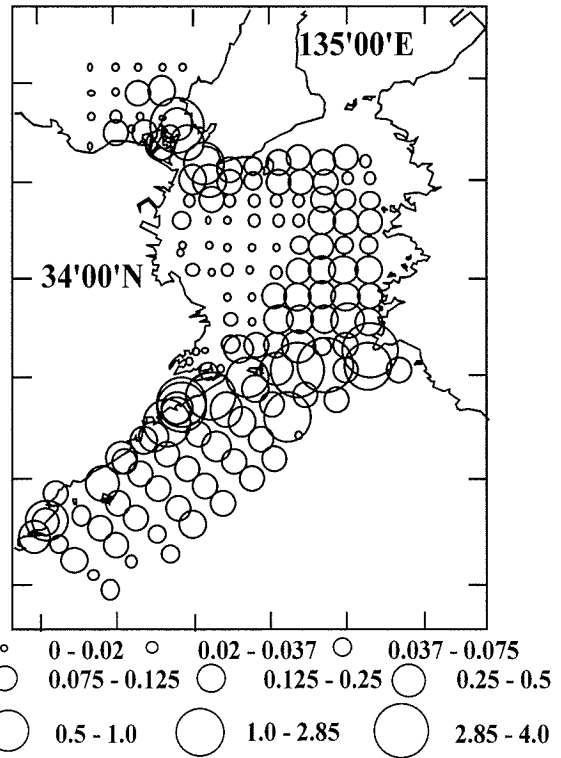


Fig. 10 Spatial distribution of the median diameter (mm) of sediments around Tokushima Prefecture estimated from the cumulative frequency curve of particle size distribution. Particle size distributions were analyzed using eight kinds of sieves (0.02-4.0mm).

**硫化物量の水平分布** 播磨灘のAVS-Sは0～0.489 mg/g dry sedimentで、St. H15, H16, H18などの沿岸部の値が0.1 mg/g dry sedimentを越えた(Fig. 11, Appendix-table 2)。とくにSt. H18は0.489 mg/g dry sedimentを示し、水産用水基準(1995)の汚染の始まりかかった泥(0.2～1.0 mg/g dry sediment)に相当した。

紀伊水道のAVS-Sは0～0.338 mg/g dry sedimentで、西部で低い値を、東部で高い値を示した(Fig. 11, Appendix-table

2, 3)。とくに徳島市沿岸部の St. K28, K29, K37, K38 で水産用水基準(1995)の汚染の始まりかかった泥に相当する AVS-S 値 0.2 mg/g dry sediment を上回った。鳴門海峡周辺や紀伊水道南部では 0.01 mg/g dry sediment 以下の低い値を示した。

海部沿岸の AVS-S は 0 ~ 0.124 mg/g dry sediment で、水深 200 m を越える沖合の泥場でやや高い傾向がみられた。海盆に位置する St. E14 の AVS-S のみが 0.1 mg/g dry sediment を上回った (Fig. 12, Appendix-table 1)。その他の沿岸部は主として砂質であり、0.01 mg/g dry sediment 以下となった。

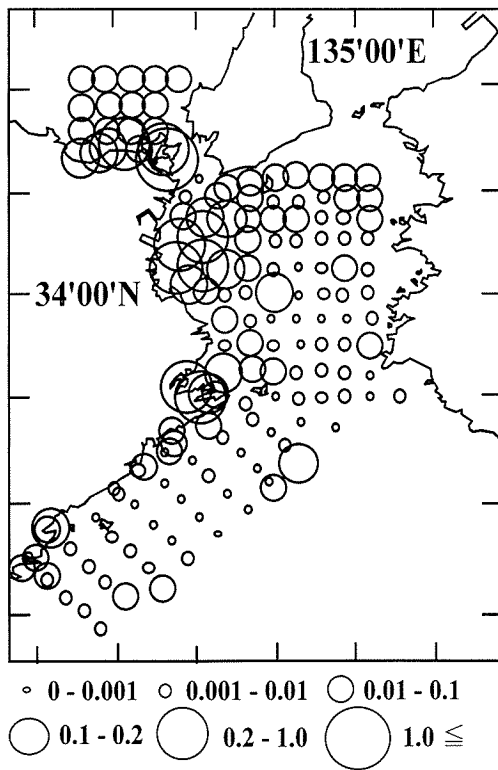
沿岸部では、内の海の AVS-S は 0 ~ 1.028 mg/g dry sediment で、流れの速い小鳴門海峡に近い St. U6 を除いて、AVS-S が 0.2 mg/g dry sediment を上回った (Fig. 11, Appendix-table 1 ~ 4)。とくに St. U5 の AVS-S は今回の調査で唯一、水産用水基準(1995)の汚染泥(1.0 mg/g dry sediment 以上)に相当した。橘湾の AVS-S は 0.016 ~ 0.193 mg/g dry sediment, 椿泊湾の AVS-S は 0.021 ~ 0.286 mg/g dry sediment を示し、一部の海域で水産用水基準(1995)の汚染の始まりかかった泥に相当する 0.2 mg/g dry sediment を上回った。由岐沿岸の AVS-S は 0 ~ 0.069 mg/g dry sediment, 浅川湾で 0.031 ~ 0.122 mg/g

dry sediment, 那佐湾で 0.001 ~ 0.084 mg/g dry sediment, 見床湾で 0.028 ~ 0.075 mg/g dry sediment を示し、いずれも 0.01 mg/g dry sediment 以下となった。

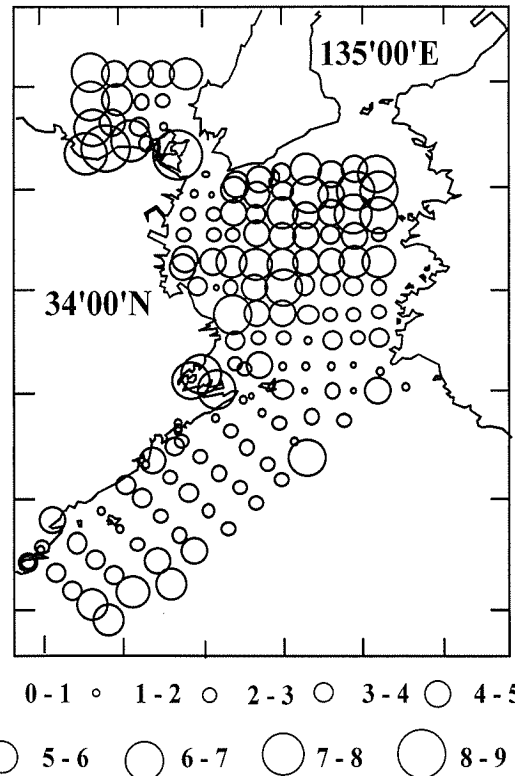
全海域を通して、AVS-S の分布 (Fig. 11) と中央粒径値の分布 (Fig. 10) には、中央粒径値が大きい海域では AVS-S が低く、中央粒径値が小さい海域では AVS-S は高い傾向がみられた。また、播磨灘沿岸、内の海、椿泊湾など養殖漁業が営まれている海域や徳島市等都市沿岸海域における AVS-S が高い傾向を示した。

500 °C 強熱減量の水平分布 播磨灘の 500 °C 強熱減量は 1.02 ~ 8.20 % で、COD の 0 ~ 29.33 mg/g dry sediment に相当した (Fig. 12, Appendix-table 2)。とくに養殖漁場となる沿岸の香川県境海域に位置する St. H6, H10, H15, H16 の 500 °C 強熱減量は COD に換算して水産用水基準(1995)の汚染の始まりかかった泥 (20 ~ 30 mg/g dry sediment) に相当した。

紀伊水道の 500 °C 強熱減量は 0.98 ~ 6.96 % で、COD の 0 ~ 23.84 mg/g dry sediment に相当した。とくに St. K9, K15, K17, K26, K27, K51, K56 の 500 °C 強熱減量は COD に換算して水産用水基準(1995)の汚染の始まりかかった泥に相当した (Fig. 12, Appendix-table 2, 3)。紀伊水道の 500 °C 強



**Fig. 11** Spatial distribution of AVS-S concentration (mg/g dry sediment) of sediments around Tokushima Prefecture. AVS was determined using a H<sub>2</sub>S-absorbent column (GASTEC).



**Fig. 12** Spatial distribution of 500 °C ignition-loss (% dry sediment) for three hours of sediments around Tokushima Prefecture.

熱減量の全体的な分布の傾向として鳴門海峡周辺や紀伊水道南部で3%以下の低い値を示し、大阪湾および友が島水道に隣接する紀伊水道北東部から紀伊水道中南部にかけて4%以上の高い値を示す定点が多く認められた。

海部沿岸の500℃強熱減量が0~6.94%, CODの0~23.76 mg/g dry sedimentに相当した。とくに海盆に位置するSt. E14は500℃強熱減量が6.94%で、CODに換算して23.76 mg/g dry sedimentに相当し、水産用水基準(1995)の汚染の始まりかかった底質に区分された(Fig. 12, Appendix-table 2, 3)。また、水深200mを越えるSt. E42, E46, E50, E51の泥場では他の海部沿岸海域の定点に比べて5%以上の相対的に高い500℃強熱減量を示した。

沿岸域では、内の海の500℃強熱減量は1.78~8.90%で、CODに換算して1.00~32.39 mg/g dry sedimentであった(Fig. 12, Appendix-table 1~4)。とくにSt. U5のCOD換算値では今回の調査で唯一、水産用水基準(1995)の汚染泥(30 mg/g dry sediment以上)に該当した。橘湾の500℃強熱減量は4.05~6.36%, 椿泊湾の500℃強熱減量は5.09~6.18%を示し、St. S3, T3ではCOD値に換算して20 mg/g dry sedimentを越えた。由岐沿岸の500℃強熱減量は1.04~3.61 mg/g dry sediment, 浅川湾では3.93~5.05%, 那佐湾では1.42~2.95%, 見床湾では2.80~3.54%を示し、COD値に換算していずれも20 mg/g dry sediment以下となった。

播磨灘沿岸、内の海、椿泊湾など養殖漁業が営まれている海域では、相対的に高い値を示した。また、全海域を通して、500℃強熱減量の分布(Fig. 12)とAVS-Sの分布(Fig. 11)は、おおむね一致していたが、徳島市沿岸海域(St. K28, K29, K37, K38)のようにAVS-Sが高い値を示す海域であっても、500℃強熱減量が低い値を示す海域がみられた。

**800℃強熱減量の水平分布** 播磨灘の800℃強熱減量は1.51~9.45%で、鳴門海峡周辺に位置するSt. H9, H14でそれぞれ7.84%, 9.45%の高い値を示したが、その他の海域では4%以下の低い値を示した(Fig. 13, Appendix-table 2)。

紀伊水道の800℃強熱減量は0~27.89%でSt. K2, K74, K76, K77で10%を越えた。とくにSt. 77では27.89%の最も高い値を示した。全体的な傾向として鳴門海峡周辺や紀伊水道南部で高い値を示した(Fig. 13, Appendix-table 2, 3)。

海部沿岸の800℃強熱減量は2.34~22.88%で北部海域に位置するSt. E1, E5, E10, E12, E20で10%を越えた。とくにSt. E5では22.88%の高い値を示した。(Fig. 13, Appendix-table 2, 3)。

沿岸域では、内の海の800℃強熱減量は2.36~10.22%で、

小鳴門海峡に位置するSt. U6で10%を越えた(Fig. 13, Appendix-table 1~4)。橘湾の800℃強熱減量は1.96~2.92%, 椿泊湾のそれは1.91~2.57%を示し、全体的に低い値を示した。由岐沿岸の800℃強熱減量は2.36~10.22%, 浅川湾では4.37~10.83%, 那佐湾では4.10~7.94%, サングが分布する見床湾では11.25~19.29%を示した。

全海域を通して、流れの速い鳴門海峡周辺、紀伊水道南部、播磨灘およびサングが分布する見床湾で10%を越える高い値を示した。また、全海域を通して、中央粒径値(Fig. 10)が大きい海域では800℃強熱減量(Fig. 13)も高い値を示し、おおむね両者の関係は一致していた。

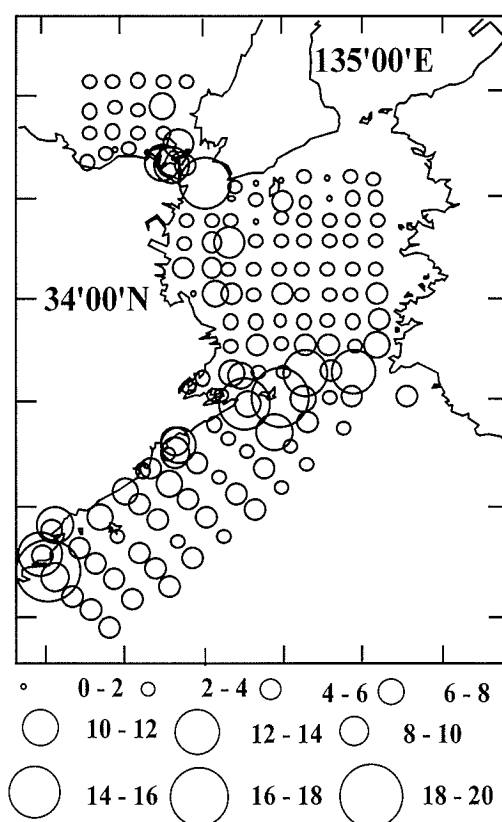


Fig. 13 Spatial distribution of 800℃ ignition-loss (% dry sediment) for three hours of sediments around Tokushima Prefecture.

### 考察

**中央粒径値および粒度組成** 今回の淘汰分析では0.037および0.002 mmのふるいをういた場合、粒子が団粒状態になり、淘汰が困難であった。粒径0.063 mm以下の泥の分析には沈降分析を用いることが提案されており、精度の向上には両分析方法の併用が必要であると考えられた。

底質は、流れや波によって海底に堆積された堆積物の集まりであり、水の物理的性質を反映した粒度組成や性状を



呈していると考えられている(大森ほか1971)。

徳島県沿岸の海域は播磨灘や大阪湾などからの内海系水が、吉野川および那賀川からの河川水とともに南下し、外海からは黒潮由来の芸東分枝流が北上し、紀南分枝流が左旋流となり南下することが報告されている(殿谷次郎1981, 日本海洋学会沿岸海洋研究部会1985)。

今回の調査で調べた徳島県沿岸の底質においても、流れが速い鳴門海峡周辺、紀伊水道南部および海部沿岸北部においては中央粒径0.125 mm以上の大型粒子が多く分布し、流れが弱い紀伊水道西部や播磨灘では0.037 mm以下の小型粒子の割合が多かった。これらは、谷本ほか(1984)が調べた瀬戸内海の底質の中央粒径値( $Md \phi$ )の分布とおおむね一致する。また、紀南分枝流の影響を強く受ける紀伊水道東部では中央粒径値0.037~0.125 mmの中型粒子が多く分布した。このように、紀伊水道の東西を挟んで粒度の性状が明りょうに区分されるのは、北上する紀南分枝流や芸東分枝流および南下する吉野川等河川水を含み、南下する内海系水の強さを反映したものと考えられる。さらに、海峡部や水道部における粒径の大型化は地形を反映して潮汐流が強くなることから、さらに相乗的に強い流れの影響によるものと推測できる。

一方、海部沿岸の底質は水深100 m以浅では主として砂質であったが、水深200 m以深では基本的に泥質であった。石狩湾(大嶋1998)では水深40~100 mの大陸棚上には、泥分含量10%以下の淘汰のよい砂が分布し、沿岸から浮遊拡散してきた泥は大陸棚に沈降しないで、さらに沖合へと運び去られることが報告されている。さらに、泥分含量30%以上の底質が分布するのは水深200 m以深にあって、沿岸域から浮遊運搬されてきた泥の安定堆積域は水深200 m以深にあることが報告されている。海部沿岸域においてもほぼ同様な傾向がみられ、沿岸域や瀬戸内海から浮遊運搬されてきた泥は海部沿岸の主に水深200 m以深に堆積するものと考えられる。

**有機物量** 500℃, 3時間の強熱減量値とCOD値の関係(Fig. 9)に有意な相関関係( $n=179$ ,  $r=0.917$ ,  $P<0.001$ )が認められたことから、500℃, 3時間の強熱減量値を有機物量の指標値として用いることが可能なことが立証された。また、このことにより500℃, 3時間の強熱減量値を回帰式(Fig. 9)によりCOD値に変換することが可能である。

岡市ほか(1996)は、有機物量は季節変動が小さく、大阪湾、播磨灘、広島湾および周防灘西部で10%程度と高く、備讃瀬戸や速吸瀬戸、伊予灘など比較的海水流動が大きい

と思われる海域では5%以下の低い値を示すことを報告している。岡市ほか(1996)には、強熱減量の分析温度と分析時間が記載されていないので、今回の調査で得られた結果と正確に比較することは困難であるが、今回の調査では大阪湾、播磨灘、広島湾および周防灘西部のように10%を超える海域は認められなかった。

養殖漁場がある播磨灘のSt. H15, H16, H18や内の海のSt. U4, U5, 橋湾のSt. T3および椿泊湾のSt. S3では500℃強熱減量値が6%を越え、相対的に高い値を示したことから、養殖漁場などからの有機物の負荷があるものと推測された。また、大阪湾および友が島水道に隣接する紀伊水道北東部から紀伊水道中南部にかけて、4%以上の高い値が多く認められたことから(Fig. 12)、友が島水道を通じて大阪湾から有機物が流入し、一部は内海系水の南下に沿って徳島県側に拡散するものと推測できる。海部沿岸域の水深200 mを越えるSt. E42, E46, E50, E51の泥場では、他の海部沿岸海域に比べて5%以上の相対的に高い値を示したことは、沿岸域や内海域からの有機物の沈降がみられ、水温(8.8~12.2℃)が低い状態で緩やかに分解しているものと考えられた。

**硫化物量** 海域の富栄養化により加速された一次生産による粒状有機物は、海底に沈降する。その大部分は微生物により分解されて無機物となり、再び海中に回帰するが、残りは有機物になって堆積する。有機物が分解される際に微生物は酸素を使うため底泥の環境は還元的になり、硫化物量を産生するようになる。したがって、底質の有機物量(強熱減量)および硫化物量(AVS-S)を測定することは、海域の全般的な汚濁状況を知る上で非常に有効である(岡市ほか1996)。

一般に、底質の硫化物濃度は、海底への有機物負荷の増加にともなって高くなる(竹岡・大森1996)。有機物負荷の大きい水域では、堆積した有機物の分解にともなう酸素消費によって底泥および底層水の貧酸素状態が強まり、還元的環境になる。そのような還元的環境下では、硫化水素還元細菌による有機物の嫌氣的分解によって硫化水素が発生し、それは底質中の金属と化合して、有毒性の硫化物を生成する。

硫化物量は夏に高く冬に低いという季節変動を示し、変動幅もかなり大きいことが報告されているが(岡市ほか1996)、今回の調査の紀伊水道や播磨灘では明りょうな季節変化は認められなかった(Fig. 2, 3)。

他の海域の硫化物量濃度をみると、大阪湾、播磨灘、広

島湾, 周防灘西部で約0.3~0.5 mg/g dry sediment程度と高く, 備讃瀬戸, 安芸灘, 伊予灘, 速吸瀬戸などではほとんど検出されないことが報告されている(岡市ほか1996)。宮城県女川湾ではAVS-Sが0.002~5.419 mg/g dry sediment(佐々木・荒井1997), 紀伊水道では全硫化物濃度の最高が0.155 mg/g dry sediment(玉井・永田1997), 長崎県千々石湾では全硫化物濃度が平均0.295 mg/g dry sediment, 最高0.506 mg/g dry sediment(近藤1987), 熊本県巴湾の魚類養殖漁場でAVSが0.56~0.65 mg/g dry sediment(堤・井上1996), 広島県湾奥部ではAVSの最高が1.58 mg/g dry sediment(板岡・玉井1993), 有機物汚染が著しいとされる福岡県洞海湾では全硫化物濃度が1.3~10.6 mg/g dry sedimentであったこと(上田ら1992)が報告されている。

今回の調査では内の海のSt. U5のAVS-Sが1.03 mg/g dry sedimentで最も大きく, 播磨灘ではSt. H18の0.48 mg/g dry sediment, 紀伊水道ではSt. K28の0.36 mg/g dry sedimentが最も大きく, 調査定点によっては女川湾, 巴湾の養殖漁場および広島湾奥部の値に匹敵する値を示した。しかしながら, 海域全体の平均値でみると, 播磨灘で0.072 mg/g dry sediment, 紀伊水道で0.040 mg/g dry sediment, 海部沿岸で0.010 mg/g dry sedimentとなり, 瀬戸内海の奥部にいくに従って大きくなる傾向がみられ, 徳島県海域のAVS-S値は他の調査海域のそれに比べて相対的に低く, おおむね水産用水基準の正常値の範囲にあった。

熊本県の天草の巴湾ではAVS濃度は魚類養殖場付近で最も高く, 養殖場から遠ざかるにつれて低くなることが報告されている(堤・井上1996)。また, 女川湾のギンザケ*Oncorhynchus kisutch* 養殖漁場においても, 給餌養殖が営まれている湾奥部海域のAVS-S値が高くなっていることが報告されている(佐々木・荒井1997)。徳島県においても養殖漁場が存在する播磨灘沿岸, 内の海, 橘湾および椿泊湾では同様の傾向が認められた。

播磨灘沿岸や内の海ではAVS-S値と有機物量がともに高い値を示すが, 徳島市沖のSt. K28, K29のように有機物量が3%以下にもかかわらず, AVS-S値が0.2 mg/g dry sedimentを越える海域がみられ, 底質の硫化物濃度は必ずしも海底への有機物量に比例して高くなるものではなかった。これらの海域では有機物が流入するのではなく, 何らかの影響により他の海域にて発生した高濃度の硫化物が, 直接この海域に流入した可能性が高いと考えられる。硫化物量の供給源が定点周辺にあるのではなく, 有機物量の高い紀伊水道北東部からの流入によるものか, 吉野川や周辺の流入河

川によるものか, 現在のところ明らかではない。

**炭酸カルシウム量** 500℃, 3時間の強熱減量を実施した後の800℃, 3時間の強熱減量がカルシウムの指標となることを示す報告はみられないが, 流れの速い鳴門海峡周辺, 紀伊水道南部, 播磨灘およびサンゴが分布する見床湾で10%を越える高い値を示したことは, ある程度この分析温度と時間が妥当性を有するものと考えられる。水産庁は漁場保全対策推進事業のなかで550℃, 6時間の強熱減量を有機物量とし, さらに900℃, 1時間の強熱減量を炭酸カルシウム量の指標としており, 今回の調査の分析方法と異なる。今後は, これらの分析方法についてもさらなる検証を図っていく必要がある。

炭酸カルシウム量については, 貝殻量やサンゴの骨片量の指標となると考えられるが, 中央粒径値の分布(Fig. 10)と比較的一致しており, れきや砂の底質に多く, 泥質には比較的少ない。貝殻については, 相対的に粒子が大きく, 重たいことから, れきや砂と同様な拡散と集合をたどるものと考えられる。

最後に, 漁場としての徳島県沿岸海域をより有効に利用するために, 徳島県沿岸海域の底質の性状を詳細に把握し, 底質マップを作成することは非常に重要である。また, 底生魚介類の分布や生態および漁業の操業実態を考えるうえにおいても参考になる資料である。さらに, 人口密度の高い近畿圏に隣接する播磨灘や紀伊水道は常に有機物の負荷にさらされており, 今後の漁場環境がどのように変化するかをモニタリングする必要がある, 広くかつ詳細に現況を把握しておくことは非常に重要である。このような目的から今回の底質調査を実施し, 多量の底質データを得ることができた。これらのデータは付表として巻末に記録してあるので, さまざまな研究や環境評価に活用していただければ幸甚の至りである。

## 謝辞

180定点における底質の採取は, 徳島県水産研究所漁業調査「とくしま」の乗務員であった故井元 栄治元主査, 蛇目 勲元主査, 増田 多生主査, 楠本 輝一主査, 今治 美久技師, 萩野 鉄男技師, 藤岡 保史技士, 渋江 文技士, 藤田 泰恭氏, 朝海 卓也氏らの研究に対する理解と多大な労力のもとに成就された。心から敬意を表します。分析方法については長年にわたり, 徳島県沿岸の漁場環境を見つめてこられた北角 至元徳島県水産試験場次長にご教示いただいた。記して謝意を表します。

文献

- 井上 裕雄：堆積物環境「沿岸の環境圏」(平野 敏行編). フジ・テクノシステム, 東京都, 612-644 pp. (1998).
- 板岡 睦, 玉井 恭一：広島湾におけるメイオベントスの群集構造と富栄養化. 日本ベントス学会誌, **45**, 19-28 (1993).
- 井内 美郎：瀬戸内海における表層堆積物分布. 地質学雑誌, **88**, 665-681 (1982).
- 古賀 秀昭：有明海北西海域の底質及び底生生物. 佐賀有明水試研報, **13**, 57-79 (1991).
- 近藤 等：長崎県千々石湾の底質に含まれる有機物. 長崎大学教育自然科学研報, **38**, 23-36 (1987).
- 日本海洋学会沿岸海洋研究部会：日本全国沿岸海洋誌. 東海大学出版会, 東京都, 630-641 pp. (1985).
- 日本水産資源保護協会(編)：新編水質汚濁調査指針. 恒星社厚生閣, 東京, 237-232 pp. (1980).
- 日本水産資源保護協会：水産用水基準. 1-68 pp. (1995).
- 大嶋 和雄：浅海堆積物「沿岸の環境圏」(平野敏行編). フジ・テクノシステム, 東京都, 612-644 pp. (1998).
- 岡市 友利, 小森 星児, 中西 弘：瀬戸内海の生物資源と環境. 恒星社厚生閣, 東京都, 1-272(1996).
- 大森 昌衛, 茂木 昭夫, 星野 通平：浅海地質学「海洋科学基礎講座7」. 東海大学出版会, 東京都, 165-183 pp. (1971).
- 佐々木 浩一, 荒井 永平：宮城県女川湾の底質の硫化物濃度. 水産海洋研究, **61**, 162-167 (1997).
- 武岡 英隆, 大森 浩二：底質の酸素消費速度に基づく適正養殖基準の決定法. 水産海洋研究, **60**, 45-53 (1996).
- 谷本 照己, 川名 吉一郎, 山岡 到保：瀬戸内海における底質の粒度組成と有機物. 中国工業技術試験所, **21**, 1-11 (1984).
- 玉井 恭一, 永田 樹三：紀伊水道におけるベントス群集について. 多毛類を中心にして. 南西水研報, **10**, 17-32 (1977).
- 殿谷 次郎：大型冷水塊形成による黒潮流及び徳島沿海の海況変動. 昭和 54 年度徳島水試事報, 128-134 (1981).
- 堤 裕昭, 井上 貴子：約 20 年間にわたる魚類養殖漁業による大量の有機物が堆積した内湾域の海底環境と底生生物群集の特徴. 日本ベントス学会誌, **50**, 39-49 (1996).
- 上田 直子, 堤 裕昭, 徳崎 健史, 竹内 良治, 木戸 浩三：洞海湾湾岸部の底質環境と底生生物の分布. 日本ベントス学会誌, **42**, 55-62 (1992).

Appendix-table 1. The results of analyses of sediments sampled in each station.

St	Date	Position (WGS-84)		Sediment * sampler	Temp. of sediment (°C)	Depth (m)	Column of sediment (cm)	Classification of sediment by eye	H <sub>2</sub> S concentration (mg/g dry sediment)	AV-S-S concentration (mg/g dry sediment)	Ignition loss of 500°C (%)	Ignition loss of 800°C (%)	COD (estimated value) (%)	Particle size distribution (mm)											Mean diameter (mm)	Mud content (%)	Mld <sub>0</sub>					
		Latitude	Longitude											Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude				Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
A1	19 Sep.01	33	37.53	134	22.32			Eg	27.8	7.3	4.2	Sandy mud	0.04908	0.04617	4.62	6.27	13.52	0.2	0.0	0.2	0.7	3.7	14.0	36.9	21.0	8.3	14.9	0.083	44.3	3.951		
A2	19 Sep.01	33	37.69	134	22.24			Eg	28.0	7.5	4.7	Sandy mud	0.03243	0.03051	3.93	6.46	10.48	0.0	0.0	0.6	1.9	6.3	13.1	38.3	21.9	5.7	12.3	0.088	39.8	3.506		
A3	19 Sep.01	33	37.85	134	22.35			Eg	28.0	6.6	6.0	Sandy mud	0.12984	0.12215	4.70	10.83	13.89	0.0	0.5	2.0	3.2	10.2	19.2	30.0	14.1	5.3	15.5	0.101	34.9	3.308		
A4	19 Sep.01	33	37.64	134	21.99			Eg	28.4	4.6	4.0	Sandy mud	0.05039	0.04741	5.05	4.37	15.41	0.0	0.0	0.4	0.9	4.0	14.5	35.2	18.5	8.0	18.6	0.083	45.0	3.599		
E1	26 Aug.97	33	50.20	134	50.24			S-Mg	22.2	7.0	10.0	Pebbles	0.00021	0.00019	3.63	17.82	9.15	15.6	4.5	13.4	10.3	49.1	5.3	1.2	0.1	0.1	0.5	0.470	0.7	1.089	20.8	<2.000
E2	23 Jul.98	33	50.20	134	53.23			S-Mg	20.5	8.0	9.3	Pebbles	0.00987	0.00929	0.90	6.93	9.91	49.1	5.1	8.9	6.1	6.2	1.9	2.0	2.3	9.2	9.3	<4.000	7.9	<2.000		
E3	26 Aug.97	33	50.20	134	56.24			S-Mg	20.5	69	10.0	Small stone	0.00347	0.00327	2.69	3.28	5.01	50.8	13.1	19.6	3.7	3.5	0.4	1.1	3.3	0.9	3.7	<4.001	16.3	2.373		
E4	23 Jul.98	33	50.20	134	59.23			S-Mg	21.1	64	8.5	Sand	0.00447	0.00421	0.52	5.93	11.90	15.1	0.0	0.2	0.6	2.7	32.2	31.7	16.3	6.0	1.7	8.6	0.193	1.0	0.000	
E5	26 Aug.97	33	50.20	135	2.23			S-Mg	24.8	57	10.0	Coarse sand	0.00000	0.00000	4.25	22.88	11.90	15.1	0.0	0.0	0.6	1.0	1.8	32.7	42.1	8.6	4.8	8.4	0.108	2.19	3.211	
E6	23 Jul.98	33	50.20	135	5.83			S-Mg	23.2	45	9.5	Sand	0.00922	0.00868	1.28	5.97	11.90	15.1	0.0	0.0	0.6	1.0	1.8	32.7	42.1	8.6	4.8	8.4	0.108	2.19	3.211	
E7	23 Jul.98	33	49.60	134	46.64			S-Mg	24.0	56	10.0	Sandy pebbles	0.00473	0.00445	0.00	7.16	3.98	10.0	0.0	0.0	0.6	1.0	1.8	32.7	42.1	8.6	4.8	8.4	0.108	2.19	3.211	
E8	21 Nov.01	33	47.87	134	53.90			S-Mg	20.8	82	10.0	Sand	0.00116	0.00109	2.45	4.77	2.12	1.6	3.5	10.0	9.2	18.3	24.7	14.1	6.6	1.8	10.1	0.212	18.5	2.236		
E9	21 Nov.01	33	47.21	134	57.84			Gc	20.8	82	10.0	Sand	0.00026	0.00025	2.03	2.34	2.12	0.0	0.0	0.3	2.2	10.4	49.1	27.8	2.7	1.0	6.5	0.155	10.2	2.687		
E10	13 Sep.01	33	49.40	134	45.79			S-Mg	20.8	52	8.0	Sand, shell	0.00000	0.00000	1.74	14.20	0.85	3.9	0.7	10.4	21.9	53.6	7.4	0.3	0.1	0.0	0.0	1.8	0.430	1.9	1.218	
E11	24 Oct.97	33	48.12	134	47.70			S-Mg	26.3	73	10.0	Sand	0.00868	0.00816	1.69	2.11	0.64	0.0	0.0	0.1	0.6	11.5	73.2	3.6	0.4	0.4	10.3	0.185	1.1	2.434		
E12	24 Oct.97	33	46.90	134	49.69			S-Mg	17.1	80	10.0	Fine sand	0.00037	0.00035	2.24	10.57	3.05	0.8	0.0	0.4	2.2	5.4	42.6	34.1	5.0	1.0	5.4	3.3	0.250	9.6	2.000	
E13	13 Sep.01	33	45.37	134	51.66			S-Mg	23.0	88	9.0	Sand	0.00353	0.00332	1.90	3.65	1.55	24.7	6.7	21.3	7.7	8.0	8.7	11.5	4.3	1.4	5.8	1.225	11.5	-0.293	74.3	5.726
E14	21 Nov.01	33	43.83	134	53.41			Gc	10.7	254	10.0	Mud	0.13133	0.12356	6.94	3.75	23.76	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	4.4	20.4	14.6	6.7	52.9	0.019	9.9	-0.799		
E15	13 Sep.01	33	47.46	134	41.90			S-Mg	25.7	60	9.0	Small stone	0.01749	0.01645	1.97	3.00	1.84	1.7	5.9	71.2	8.4	1.0	0.6	1.3	2.0	1.4	6.6	1.740	13.1	1.489		
E16	30 Oct.01	33	46.17	134	43.92			S-Mg	21.9	78	8.5	Sandy mud	0.00305	0.00287	2.01	3.43	2.02	0.1	0.3	3.4	20.3	44.9	11.8	6.1	1.7	1.0	10.4	0.356	13.1	1.489		
E17	30 Oct.01	33	44.70	134	46.06			S-Mg	20.4	87	8.0	Sandy mud	0.00075	0.00070	2.16	3.58	2.68	0.0	0.0	0.4	2.1	17.6	55.8	12.5	2.4	1.1	8.1	0.184	11.7	2.444		
E18	30 Oct.01	33	43.14	134	48.22			S-Mg	18.2	103	10.0	Sandy mud	0.00033	0.00033	2.35	4.88	3.55	0.0	0.0	0.2	0.9	5.0	38.7	34.9	6.6	1.7	11.9	0.117	20.2	3.090		
E19	24 Oct.97	33	41.37	134	50.09			Gc	18.3	137	8.0	Sandy mud	0.01088	0.01024	2.59	2.49	4.57	0.1	0.2	1.1	1.0	1.2	14.2	59.8	11.7	1.5	9.2	0.098	22.5	3.554		
E20	24 Oct.97	33	45.60	134	37.79			Gc	20.9	58	8.4	Sandy mud	0.03488	0.03120	2.75	10.81	5.31	0.0	0.0	1.2	3.7	8.1	23.1	30.3	12.1	14.0	6.8	10.3	32.8	3.279		
E21	30 Oct.01	33	44.05	134	40.11			S-Mg	21.1	80	10.0	Sandy mud	0.00127	0.00120	2.77	3.98	2.45	0.0	0.4	2.3	7.4	30.2	22.8	17.8	4.5	14.4	11.5	0.129	18.5	2.955		
E22	24 Oct.97	33	42.50	134	42.44			S-Mg	16.5	75	10.2	Sandy mud	0.00356	0.00335	2.39	5.20	3.69	0.0	0.0	0.4	2.0	3.0	25.9	49.6	4.8	1.2	12.2	0.106	19.0	3.240		
E23	30 Oct.01	33	40.88	134	44.71			S-Mg	17.2	116	8.0	Sandy mud	0.00061	0.00058	2.64	4.35	4.79	0.0	0.1	0.3	0.6	2.8	48.1	41.3	3.6	0.6	8.9	0.120	13.1	3.062		
E24	21 Nov.01	33	39.25	134	46.99			Gc	18.6	135	8.0	Sand	0.00000	0.00000	2.64	4.35	4.79	0.0	0.1	0.3	0.6	2.8	48.1	41.3	3.6	0.6	8.9	0.120	13.1	3.062		
E25	17 Sep.01	33	43.56	134	34.14			S-Mg	27.1	45	10.0	Sand	0.04818	0.04533	2.05	4.28	2.20	0.0	0.0	0.2	0.5	4.4	48.1	34.5	4.3	1.5	6.4	0.130	13.1	3.062		
E26	30 Oct.01	33	43.55	134	34.45			S-Mg	23.2	52	10.0	Mud, sand	0.05259	0.04948	4.14	5.76	11.42	0.0	0.0	0.1	0.4	2.7	31.8	29.8	6.0	3.2	2.9	0.101	35.1	3.314		
E27	30 Oct.01	33	43.25	134	33.37			S-Mg	23.2	38	10.0	Sand	0.00255	0.00240	1.22	3.12	11.42	0.0	0.0	0.1	0.2	3.0	27.2	57.2	8.5	0.5	1.2	0.212	1.7	2.238		
E28	30 Oct.01	33	41.90	134	36.51			S-Mg	20.2	83	10.0	Sandy mud	0.00121	0.00114	2.60	7.52	4.62	2.8	1.4	8.1	8.1	12.7	17.4	31.0	5.2	1.8	11.5	0.129	18.5	2.955		
E29	30 Oct.01	33	40.33	134	38.81			S-Mg	17.9	106	10.0	Sandy mud	0.00040	0.00037	3.19	5.00	7.22	0.0	0.1	0.6	1.0	3.5	25.4	41.1	7.7	2.7	18.0	0.101	28.3	3.309		
E30	30 Oct.01	33	38.65	134	41.12			S-Mg	16.4	125	10.0	Sandy mud	0.00084	0.00079	2.93	4.28	4.28	0.0	0.0	0.3	0.9	2.0	23.1	49.7	7.6	2.2	14.2	0.102	24.0	3.300		
E31	24 Oct.97	33	36.86	134	43.29			Gc	15.7	154	6.5	Sand	0.00000	0.00000	2.99	3.13	6.35	0.0	0.3	0.1	0.2	1.6	8.5	50.5	11.6	3.6	2.6	2.6	0.370	2.9	1.534	
E32	24 Oct.97	33	41.35	134	30.64			S-Mg	22.1	45	9.5	Sandy mud	0.00204	0.00192	1.09	4.48	7.96	0.0	0.0	0.2	1.3	6.5	4.2	3.4	0.2	0.0	2.6	0.370	2.9	1.534		
E33	30 Oct.01	33	41.13	134	31.01			S-Mg	23.1	62	10.0	Muddy sand	0.00677	0.00611	3.36	7.91	7.96	0.0	0.0	0.5	0.5	3.8	15.9	37.9	18.0	7.3	16.0	0.087	41.3	3.523		
E34	30 Oct.01	33	39.75	134	32.91			S-Mg	19.2	88	10.0	Sandy mud	0.00117	0.00110	3.20	5.31	7.29	0.0	0.0	0.1	0.1	0.5	2.4	26.7	44.1	7.8	2.5	15.9	0.102	26.2	3.292	
E35	24 Oct.97	33	38.15	134	35.19			S-Mg	15.1	114	10.0	Sand, shells	0.00000	0.00000	2.68	5.14	4.98	0.0	0.1	0.7	1.2	5.0	25.8									

徳島県沿岸の底質の性状

Appendix-table 2. The results of analyses of sediments sampled in each station.

St.	Date	Position (WGS-84)		Sediment * sample	Temp. of sediment (°C)	Depth (m)	Column of sediment (cm)	Classification of sediment by eye	H-S concentration (mg/g dry sediment)	AVS-S concentration (mg/g dry sediment)	Ignition loss of 500°C (%)	Ignition loss of 800°C (%)	COD (estimated value)	Particle size distribution (mm)										Mean diameter (mm)	Mud content (%)	M <sub>d</sub> φ			
		Latitude	Longitude											> 4.000	2.830	1.000	0.500	0.250	0.125	0.075	0.037	< 0.020							
E47	18.Sep.01	33	32.86	134	22.21	S-Mg	21.7	94	10.0	Sandy mud	0.05960	0.05607	3.23	6.30	7.43	0.0	0.1	0.9	0.9	2.0	3.2	13.4	21.9	11.8	45.8	0.026	79.6	5.265	
E48	27.Feb.02	33	32.75	134	22.21	S-Mg	13.3	96	10.0	Fine sand	0.00483	0.00455	3.80	6.18	9.91	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.7	6.7	31.7	33.3	8.7	18.4	0.063	60.4	3.994
E49	27.Feb.02	33	31.18	134	24.51	S-Mg	13.0	130	10.0	Fine sand	0.00577	0.00543	3.47	4.69	8.48	0.0	0.0	0.2	0.4	1.7	18.8	36.3	16.8	5.7	20.1	0.085	42.6	3.549	
E50	27.Feb.02	33	29.60	134	26.81	S-Mg	12.2	220	10.0	Mud	0.00612	0.00576	5.67	4.83	18.16	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	3.2	18.8	25.9	9.3	42.1	0.035	77.3	4.841	
E51	27.Feb.02	33	28.01	134	29.09	S-Mg	8.8	380	10.0	Mud	0.00684	0.00643	5.41	5.11	17.00	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	2.2	22.5	25.2	7.4	41.9	0.038	74.5	4.731	
E52	18.Sep.01	33	26.77	134	16.87	S-Mg	15.5	180	10.0	Mud	0.02518	0.02369	4.70	4.43	13.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	6.8	41.3	27.3	7.8	16.3	0.073	51.3	3.772	
H1	4.Sep.01	34	20.60	134	26.64	Gc	21.7	38	10.0	Mud	0.06975	0.06562	1.02	3.70	14.05	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	1.8	8.1	7.7	81.3	0.012	97.1	6.334		
H2	4.Sep.01	34	20.60	134	26.64	Gc	23.1	35	10.0	Mud	0.05610	0.05278	4.74	3.25	11.15	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	2.7	17.1	9.8	58.1	0.014	96.8	6.138	
H3	4.Sep.01	34	20.60	134	26.64	Gc	23.6	35	10.0	Mud	0.01924	0.01810	4.08	2.46	10.93	0.2	0.1	0.3	0.0	0.1	0.6	8.0	17.1	13.3	60.4	0.013	90.8	6.243	
H4	4.Sep.01	34	20.60	134	26.64	Gc	24.0	39	10.0	Muddy sand	0.01740	0.01657	4.03	2.55	15.32	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.6	2.2	6.9	12.0	77.9	0.013	96.8	6.265	
H5	4.Sep.01	34	17.95	134	26.64	Gc	22.3	35	10.0	Mud	0.01063	0.01000	5.03	3.28	22.03	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	2.9	3.1	5.8	7.0	80.8	0.012	93.7	6.334
H6	4.Sep.01	34	17.95	134	26.64	Gc	23.5	36	10.0	Mud	0.09823	0.09242	6.55	3.81	19.43	0.7	0.0	0.2	0.1	0.1	0.4	2.6	12.4	7.4	76.2	0.013	96.0	6.251	
H7	1.Nov.01	34	18.16	134	29.76	Gc	21.8	33	10.0	Mud	0.04367	0.04108	5.96	2.78	19.43	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.4	2.6	12.4	7.4	76.2	0.013	96.0	6.251
H8	4.Sep.01	34	18.10	134	32.64	Gc	25.1	30	10.0	Muddy mud	0.03336	0.03129	2.71	2.20	5.11	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	2.50	33.5	9.7	5.6	23.6	0.084	41.0	3.573	
H9	1.Nov.01	34	18.18	134	35.68	Gc	22.6	39	8.0	Sandy mud	0.01651	0.01554	2.23	7.84	2.99	3.8	3.3	7.2	3.6	11.5	49.2	6.3	2.0	1.4	11.6	0.198	15.1	2.335	
H10	4.Sep.01	34	15.60	134	26.64	Gc	22.4	29	10.0	Mud	0.09072	0.08553	6.61	3.74	22.33	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	2.0	4.3	7.1	86.4	0.012	97.7	6.442
H11	4.Sep.01	34	15.60	134	26.64	Gc	22.6	35	10.0	Mud	0.01375	0.01293	4.79	3.24	14.27	0.0	0.0	0.1	0.1	0.5	4.6	16.0	18.9	11.1	48.5	0.022	78.5	5.493	
H12	4.Sep.01	34	15.60	134	26.64	Gc	24.8	33	10.0	Muddy sand	0.03889	0.03659	3.68	2.45	9.39	0.0	0.0	0.1	0.1	1.5	2.2	7.6	7.6	12.4	76.0	0.013	96.0	6.243	
H13	4.Sep.01	34	15.60	134	35.64	S-Mg	27.2	47	8.0	Sandy mud	0.01867	0.01756	1.65	2.05	0.43	0.0	0.0	0.4	0.5	1.1	63.6	18.9	2.9	1.4	11.1	0.016	15.4	5.966	
H14	4.Sep.01	34	14.68	134	37.64	S-Mg	25.7	69	5.0	Pebbles	0.00000	0.00000	1.52	9.45	37.9	13.7	34.1	7.5	3.7	1.8	0.4	0.4	0.1	0.0	0.6	2.970	0.8	-1.570	1.347
H14	4.Sep.01	34	14.68	134	37.64	S-Mg	25.8	38	8.0	Sand	0.00325	0.00306	1.96	7.38	1.80	5.5	4.0	15.2	28.2	17.3	4.5	1.7	1.0	9.3	0.393	12.0	1.570	1.347	
H15	3.Oct.01	34	12.90	134	26.36	E-Bg	25.5	18.7	4.0	Mud	0.19085	0.17955	7.64	2.42	26.84	0.0	0.1	0.1	0.1	0.7	4.7	3.4	11.6	13.2	66.2	0.015	91.0	6.040	
H16	3.Oct.01	34	13.54	134	28.54	Eg	25.5	25.4	5.5	Mud	0.13758	0.12943	8.20	2.80	12.93	0.0	0.0	0.2	1.0	0.5	1.4	4.5	10.9	12.4	70.2	0.014	93.5	6.128	
H17	3.Oct.01	34	13.95	134	29.64	Eg	25.0	22.8	4.5	Mud	0.10499	0.09877	3.18	1.51	7.19	14.8	2.8	4.5	4.4	8.8	9.4	17.9	17.4	4.8	15.1	0.111	37.2	3.171	
H18	3.Oct.01	34	14.11	134	31.73	Eg	25.5	42.1	5.5	Mud	0.51962	0.48866	7.26	2.81	25.19	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	2.0	6.6	13.9	12.8	64.4	0.016	91.1	5.993	
H19	3.Oct.01	34	13.88	134	33.89	Eg	25.0	29.4	4.0	Mud	0.04878	0.04589	2.71	1.44	5.12	0.0	0.0	0.2	0.3	3.7	12.7	43.6	18.6	4.0	16.9	0.087	39.5	3.523	
K1	4.Sep.01	34	12.97	134	38.89	S-Mg	25.4	50	10.0	Sand	0.00000	0.00000	1.12	2.63	1.65	1.5	0.9	2.4	3.2	3.7	12.7	43.6	18.6	4.0	1.8	0.345	1.9	1.535	
K2	19.Aug.99	34	11.00	134	40.84	S-Mg	26.4	25	6.0	Sandy pebbles	0.00000	0.00000	1.92	15.21	1.65	30.0	5.6	12.4	5.2	3.3	7.7	21.8	0.5	0.1	0.6	0.800	0.9	0.322	
K3	19.Aug.99	34	10.20	134	44.34	S-Mg	26.5	37	10.0	Sandy mud	0.09925	0.09338	4.47	2.43	12.87	0.0	0.0	0.2	1.0	2.0	20.7	33.7	13.5	4.8	23.6	0.087	41.9	3.523	
K4	19.Aug.99	34	10.70	134	47.34	S-Mg	26.3	38	10.0	Muddy sand	0.01760	0.01656	4.07	1.69	11.11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	5.9	37.7	26.8	9.2	20.1	0.066	56.1	3.921	
K5	19.Aug.99	34	11.20	134	50.33	S-Mg	25.7	47	10.0	Muddy sand	0.01900	0.01788	3.78	1.85	9.84	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	32.1	40.7	7.5	2.1	16.8	0.104	26.4	3.265	
K6	19.Aug.99	34	11.40	134	53.23	S-Mg	24.3	63	10.0	Sandy mud	0.01115	0.01049	5.47	2.20	17.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	15.4	39.8	10.5	6.4	27.2	0.082	44.2	3.608	
K7	19.Aug.99	34	11.20	134	56.23	S-Mg	24.6	59	10.0	Mud	0.02736	0.02574	4.02	1.48	10.88	0.2	0.0	0.2	0.3	2.8	28.9	41.5	6.8	2.1	17.0	0.098	34.3	3.351	
K8	19.Aug.99	34	11.40	134	59.23	S-Mg	26.0	56	10.0	Sandy mud	0.06025	0.05668	4.87	2.72	14.62	0.0	0.0	0.1	0.3	2.8	27.8	34.7	9.5	3.8	21.0	0.098	34.3	3.351	
K9	19.Aug.99	34	11.20	135	1.83	S-Mg	26.3	54	10.0	Mud	0.09090	0.08552	6.96	2.19	23.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	5.3	20.6	21.0	9.3	43.3	0.032	73.6	4.966	
K10	26.Sep.97	34	9.20	134	39.54	Gc	25.2	18	7.5	Sandy mud	0.00995	0.00936	0.58	2.29	0.75	0.4	0.1	0.4	0.2	1.9	86.2	4.3	1.8	0.8	3.9	0.182	6.5	2.458	
K11	20.Oct.98	34	9.20	134	41.84	S-Mg	24.2	19	10.0	Sand	0.00039	0.00037	0.58	2.34	0.00	0.0	0.0	0.1	0.3	66.6	28.7	2.6	0.1	0.0	1.6	0.320	1.7	1.644	
K12	26.Sep.97	34	9.20	134	44.29	Gc	25.1	26	10.0	Mud	0.10772	0.10134	4.72	1.26	13.96	0.0	0.0	0.1	0.1	1.0	36.1	20.6	9.9	5.3	26.7	0.095	42.0	3.396	
K13	3.Sep.99	34	9.20	134	47.24	S-Mg	24.7	45	10.0	Sandy mud	0.00354	0.002967	4.31	2.25	12.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	23.1	39.5	9.3	27.5	0.049	76.3	4.351	
K14	26.Sep.97	34	9.20	134	50.24	Gc	23.9	54	10.0	Mud	0.00720	0.00678	3.02	5.17	6.47	0.2	0.3	1.2	0.5	2.5	29.6	20.5	11.5	7.3	26.2	0.087	45.0	3.523	
K15	3.Sep.99	34	9.10	134	53.43	Gc	22.2	63	10.0	Sandy mud	0.00559	0.00507	6.95	2.72	19.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	15.5	40.0	8.3	3.0	27.8	0.082	43.8	3.608	
K16	26.Sep.97	34	9.20	134	56.43	Gc	22.6	65	10.0	Mud	0.00523	0.00492	6.04	0.67	19.79	0.2	0.1	0.5	0.6	0.7	34.9	33.9	7.3	3.7	19.0	0.082	29.2	3.238	
K17	19.Aug.99	34	9.40	134	59.33	S-Mg	25.1	68	10.0	Mud	0.00543	0.00533	6.66	2.27	22.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	12.0	19.2	16.9	7.2	43.8	0.035	67.9	4.837	
K18	19.Aug.99	34	9.30	135	2.33	S-Mg	26.0	58	10.0	Mud	0.04044	0.03804	6.89	2.09	23.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	6.4	16.3	17.9	14.8	44.3	0.027	77.1	5.211	
K19	20.Oct.98	34	7.20	134	38.84	S-Mg	24.1	17	10.0	Mud	0.03442	0.03228	2.74	3.77	5.25	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	2.7	23.3	23.1	17.5	33.0	0.037	73.6	4.756	
K20	20.Oct.98	34	7.20	134	41.84	S-Mg	24.2	19	10.0	Muddy																			

Appendix-table 3. The results of analyses of sediments sampled in each station.

St.	Date	Position (WGS-84)		Sediment * sampler	Temp of sediment (°C)	Depth (m)	Column of sediment (cm)	Classification of sediment by eye	HS		AVS-S		Ignition loss of 500°C (%)	Ignition loss of 800°C (%)	COD (estimated value)		Particle size distribution (mm)												Mean diameter (mm)	Mud content (%)	Md <sub>φ</sub>
		Latitude	Longitude						(mg dry sediment)	(mg dry sediment)	500°C (%)	800°C (%)			4,000 (%)	2,830 (%)	1,000 (%)	0.500 (%)	0.250 (%)	0.125 (%)	0.075 (%)	0.037 (%)	<0.020 (%)								
K25	3.Sep.99	34	7.30	134	56.33	S-Mg	21.7	68	10.0	Mud	0.000358	0.000337	4.51	2.13	13.03	0.0	0.1	0.1	0.2	7.7	19.8	26.6	9.0	4.1	32.3	0.084	43.4	3.573			
K26	22.Jul.99	34	7.21	134	59.19	S-Mg	21.9	68	10.0	Sandy mud	0.000841	0.000791	6.41	2.84	21.45	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4	18.6	19.5	13.5	9.1	38.2	0.043	61.5	4.540			
K27	22.Jul.99	34	7.20	135	2.19	S-Mg	23.4	56	10.0	Sandy mud	0.01603	0.01508	6.30	2.52	20.94	0.0	0.6	0.4	0.5	3.5	9.7	13.6	26.0	9.1	36.5	0.044	71.6	4.506			
K28	26.Sep.97	34	5.20	134	38.24	Gc	24.6	16	10.0	Mud	0.35971	0.33857	2.73	2.19	5.21	0.0	0.0	0.3	0.3	0.6	15.4	14.8	24.3	11.7	32.7	0.061	68.7	4.035			
K29	20.Oct.98	34	5.20	134	41.84	S-Mg	24.1	27	10.0	Mud	0.25996	0.24457	2.80	4.67	5.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.4	6.6	19.1	21.7	49.3	0.020	90.0	5.644			
K30	26.Sep.97	34	5.20	134	44.29	Gc	24.7	37	10.0	Mud	0.08366	0.07871	2.17	8.70	2.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.9	3.7	15.8	13.4	64.8	0.016	94.0	5.664			
K31	22.Sep.97	34	5.20	134	47.20	S-Mg	23.3	46	10.0	Mud	0.02403	0.02261	5.49	2.53	17.38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	2.6	27.3	18.2	48.1	0.022	95.4	5.506			
K32	26.Sep.97	34	5.20	134	50.24	Gc	23.9	54	10.0	Mud	0.00644	0.00605	5.88	2.71	19.10	0.0	0.0	0.0	0.1	2.5	1.9	31.7	16.2	48.1	0.022	95.4	5.506				
K33	22.Jul.99	34	5.21	134	53.19	S-Mg	22.7	60	10.0	Muddy sand	0.00091	0.000933	5.60	2.38	17.84	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	17.4	18.6	12.9	10.9	39.5	0.037	63.3	4.756			
K34	26.Sep.97	34	5.20	134	56.23	Gc	22.2	69	10.0	Mud	0.00204	0.00192	3.44	2.63	8.34	0.0	0.1	0.8	1.3	8.7	44.1	11.8	5.6	2.9	24.8	0.139	33.3	2.847			
K35	22.Jul.99	34	5.22	134	59.19	S-Mg	22.0	67	10.0	Sandy pebbles	0.000178	0.000167	4.49	2.40	12.94	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	35.0	10.9	8.4	10.7	3.1	22.6	0.183	36.4	2.450		
K36	22.Jul.99	34	5.23	135	2.19	S-Mg	23.4	52	10.0	Sandy mud	0.000449	0.000422	4.57	2.26	5.20	21.5	2.3	6.1	5.1	9.8	4.9	10.5	15.9	7.2	16.6	0.125	39.8	3.000			
K37	20.Oct.98	34	2.70	134	38.34	S-Mg	24.2	20	10.0	Mud	0.34100	0.32081	4.77	4.00	13.32	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.7	3.4	18.2	16.0	61.1	0.017	95.4	5.878			
K38	20.Oct.98	34	2.60	134	41.84	S-Mg	24.4	34	10.0	Mud	0.28766	0.27063	4.48	4.48	12.91	0.0	0.1	0.0	0.1	0.3	1.4	1.1	11.1	16.0	70.0	0.014	97.0	6.158			
K39	15.Jun.99	34	2.50	134	44.08	S-Mg	18.8	40	10.0	Mud	0.10564	0.09939	5.99	3.03	19.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	1.6	4.5	25.1	66.2	0.015	95.8	6.059			
K40	15.Jun.99	34	2.51	134	47.14	S-Mg	19.5	47	10.0	Muddy sand	0.02233	0.02100	5.55	2.42	19.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	2.3	20.5	17.7	56.8	0.018	94.9	5.796			
K41	15.Jun.99	34	2.52	134	50.14	S-Mg	19.9	55	10.0	Mud	0.000244	0.000230	5.55	3.08	17.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	4.3	11.1	26.8	53.0	0.019	90.9	5.718			
K42	15.Jun.99	34	2.53	134	53.14	S-Mg	18.7	60	10.0	Sandy mud	0.00086	0.00081	4.68	2.60	13.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.8	17.1	8.0	5.3	37.3	0.073	50.5	3.776			
K43	15.Jun.99	34	2.54	134	56.13	S-Mg	18.8	70	10.0	Sandy mud	0.001332	0.001272	5.33	2.58	16.67	0.0	0.1	0.1	0.1	2.1	33.5	18.4	7.2	5.8	33.9	0.086	46.0	3.540			
K44	15.Jun.99	34	2.55	134	59.19	S-Mg	19.0	72	10.0	Muddy sand	0.000999	0.000940	5.16	2.58	15.93	1.3	0.2	0.3	0.3	1.7	6.3	28.7	24.6	5.7	35.7	0.054	64.1	4.211			
K45	15.Jun.99	34	2.56	135	2.13	S-Mg	21.5	57	10.0	Mud	0.10977	0.10327	4.97	2.07	11.47	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.6	2.0	9.9	9.1	11.8	68.3	0.015	95.2	6.059		
K46	26.Sep.97	34	1.90	134	38.24	Gc	24.6	10	10.0	Mud	0.02406	0.02264	3.45	0.57	8.37	0.3	0.1	0.1	0.1	0.4	0.6	2.0	9.9	9.1	11.8	68.3	0.015	95.2	6.059		
K47	29.Jul.97	34	0.20	134	39.64	Gc	21.6	21	10.0	Mud	0.08840	0.08316	4.37	6.15	12.43	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	2.4	2.9	10.1	20.6	63.7	0.016	94.4	5.966			
K48	20.Oct.98	34	0.20	134	41.84	S-Mg	21.6	36	10.0	Mud	0.00313	0.00295	4.53	2.56	13.15	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2	4.2	43.1	33.3	2.3	16.4	0.037	52.0	4.756			
K49	29.Jul.97	34	0.20	134	44.29	Gc	21.6	44	10.0	Mud	0.00651	0.00612	3.50	2.92	8.58	6.8	0.2	0.7	0.9	2.9	52.2	14.0	5.8	4.5	11.9	0.157	22.2	2.671			
K50	27.Nov.98	34	0.26	134	46.85	Gc	21.6	50	10.0	Mud	0.00305	0.00287	2.93	5.22	6.10	3.3	1.4	3.5	2.2	5.3	38.9	12.1	12.7	4.3	16.1	0.140	85.9	5.644			
K51	29.Jul.97	34	0.20	134	50.24	Gc	20.9	60	10.0	Mud	0.10105	0.09507	7.74	4.17	27.28	0.4	0.1	0.3	0.1	0.3	3.5	6.6	13.4	67.4	7.7	0.031	88.8	5.012			
K52	27.Nov.98	34	0.20	134	53.14	Gc	21.2	64	10.0	Sandy mud	0.00317	0.00298	3.02	3.02	6.48	0.0	0.5	1.4	1.2	5.6	53.5	11.4	6.6	15.6	4.1	0.153	26.3	2.708			
K53	29.Jul.97	34	0.20	134	56.23	Gc	20.7	70	10.0	Sandy mud	0.00651	0.00612	3.50	2.92	8.58	6.8	0.2	0.7	0.9	2.9	52.2	14.0	5.8	4.5	11.9	0.157	22.2	2.671			
K54	27.Nov.98	34	0.20	134	58.93	Gc	21.1	72	10.0	Sandy mud	0.00305	0.00287	2.93	5.22	6.10	3.3	1.4	3.5	2.2	5.3	38.9	12.1	12.7	4.3	16.1	0.140	85.9	5.644			
K55	27.Nov.98	34	0.20	135	2.19	Gc	21.6	62	10.0	Sandy mud	0.09822	0.09240	6.31	2.85	20.97	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	3.6	4.3	18.2	12.4	12.4	51.0	0.017	91.8	5.878		
K56	15.Jun.99	33	57.50	134	44.08	S-Mg	18.8	41	10.0	Mud	0.00472	0.00444	4.27	3.33	11.98	0.2	0.0	0.3	0.1	0.3	5.4	7.8	11.2	23.7	4.7	31.6	0.095	44.5	3.396		
K57	27.Nov.98	33	57.52	134	47.18	Gc	20.9	54	10.0	Mud	0.00072	0.00068	3.11	2.02	6.89	0.1	0.0	0.3	0.5	2.31	39.5	14.8	3.9	2.7	15.1	0.168	21.7	2.573			
K58	27.Nov.98	33	57.62	134	50.14	Gc	21.1	64	10.0	Mud	0.00065	0.00062	2.42	2.62	3.85	1.8	0.2	0.6	0.9	4.54	25.8	5.3	7.1	2.4	10.5	0.245	19.9	2.029			
K59	27.Nov.98	33	57.50	134	53.14	S-Mg	21.3	69	10.0	Sandy mud	0.00065	0.00062	2.99	2.09	6.36	0.0	0.2	0.2	0.3	12.7	44.8	15.2	11.4	4.2	11.1	0.092	26.8	2.766			
K60	27.Nov.98	33	57.53	134	59.13	S-Mg	21.4	68	10.0	Sandy mud	0.00423	0.00398	2.23	5.57	2.99	0.0	0.2	0.2	0.5	2.5	19.9	40.3	20.1	3.0	13.3	0.092	36.4	3.442			
K61	27.Aug.98	33	57.60	135	2.43	S-Mg	20.8	51	10.0	Sandy mud	0.01025	0.00965	3.96	3.47	10.63	0.3	0.2	0.7	0.4	1.4	14.0	14.4	16.3	34.4	18.0	0.036	68.8	4.796			
K62	27.Aug.98	33	57.60	135	2.43	S-Mg	20.8	51	10.0	Mud	0.01025	0.00965	3.96	3.47	10.63	0.3	0.2	0.7	0.4	1.4	14.0	14.4	16.3	34.4	18.0	0.036	68.8	4.796			
K63	29.Jul.97	33	55.20	134	44.29	Gc	23.4	41	10.0	Mud	0.01765	0.01660	2.11	5.26	2.45	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	3.9	16.1	10.2	17.5	51.9	0.173	79.6	5.718			
K64	27.Aug.98	33	55.20	134	47.24	S-Mg	21.8	63	10.0	Mud	0.00172	0.00162	2.99	2.99	6.33	0.2	0.2	0.8	1.4	13.8	53.0	3.9	2.4	15.2	4.1	0.173	25.7	2.531			
K65	29.Jul.97	33	55.20	134	50.24	Gc	22.0	61	10.0	Sandy mud	0.00055	0.00052	1.78	4.98	1.01	16.6	0.8	1.7	2.7	18.6	23.3	15.0	3.9	3.5	13.8	0.198	21.2	2.336			
K66	27.Aug.98	33	55.20	134	53.33	S-Mg	19.5	71	10.0	Sandy mud	0.000495	0.000466	3.15	2.35	7.07	3.5	0.0	3.1	5.0	25.9	23.0	10.4	11.4	18.5	4.9	0.181	34.8	2.466			
K67	29.Jul.97	33	55.20	134	56.24	Gc	20.6	73	10.0	Sandy mud	0.00813	0.00765	2.18	4.05	2.80	0.0	0.1	1.1	4.9	49.7	10.5	11.4	10.8	1.5	10.0	0.270	22.3	1.889			
K68	29.Jul.97	33	55.20	134	59.43	S-Mg	21.1	58	10.0	Sand	0.01245	0.01171	3.59	7.69	8.99	0.2	0.1	0.5	0.5	5.7	61.7	15.8	5.4	1.1	8.8	0.163	15.3	2.617			
K69	26.Aug.97	33	55.20	135	2.23	S-Mg	25.7	47	10.0	Fine sand	0.01245	0.01171	3.59	7.69	8.99	0.2	0.1	0.5	0.5	5.7	61.7	15.8	5.4	1.1	8.8	0.163	15.3				

Appendix-table 4. The results of analyses of sediments sampled in each station.

St.	Date	Position (WGS-84)		Sediment sampler	Temp. of sediment (°C)	Depth (m)	Column of sediment (cm)	Classification of sediment by eye	H.S. concentration (mg/g dry sediment)	A.V.S.S. concentration (mg/g dry sediment)	Ignition loss of 500°C (%)	Ignition loss of 800°C (%)	COD (estimated value) (%)	Particle size distribution (mm)															Mean diameter (mm)	Mud content (%)	Md <sub>φ</sub>
		Latitude	Longitude											> 4.000	2.830	1.000	0.500	0.250	0.125	0.075	0.037	0.020	< 0.020	diameter (mm)	Mud content (%)	Md <sub>φ</sub>					
K75	23.Jul.98	33	52.70	134	56.23	S-Mlg	20.5	79	10.0	Muddy sand	0.00564	0.00531	1.52	5.30	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	4.1	29.1	31.6	16.1	18.7	0.055	66.3	4.184				
K76	23.Jul.98	33	52.70	134	59.23	S-Mlg	21.7	60	10.0	Sandy mud	0.00923	0.00868	0.98	13.77	0.8	0.6	3.8	5.9	10.9	11.1	26.5	14.4	21.7	4.2	0.093	40.3	3.427				
K77	23.Jul.98	33	52.20	135	2.23	S-Mlg	25.8	43	7.5	Small stone	0.00000	0.00000	1.32	27.89	57.4	3.1	10.4	11.6	13.3	1.6	1.6	0.5	0.2	0.3	>4.000	1.0	<-2.000				
M1	19.Sep.01	33	33.66	134	18.92	Eg	27.8	9.4	4.0	Sand	0.06084	0.05723	2.82	11.25	0.0	0.0	0.7	1.3	5.0	44.5	36.6	5.8	1.5	4.5	0.129	11.9	2.955				
M2	19.Sep.01	33	33.58	134	18.84	Eg	27.6	5.6	3.5	Sand	0.07974	0.07502	3.54	16.87	0.8	0.5	3.8	8.4	17.4	25.1	20.3	9.5	2.9	11.3	0.156	23.6	2.685				
M3	19.Sep.01	33	33.52	134	18.95	Eg	27.8	5.3	2.5	Sand	0.02985	0.02808	2.80	19.29	0.0	0.0	0.5	1.3	5.7	28.0	42.1	12.7	1.9	7.8	0.108	22.4	3.211				
N1	19.Sep.01	33	35.05	134	20.89	Eg	28	8.4	3.5	Sand	0.08921	0.08393	2.95	7.94	6.17	0.0	0.0	0.5	1.3	5.7	28.0	42.1	12.7	1.9	2.0	0.550	14.3	0.862			
N2	19.Sep.01	33	35.04	134	20.54	Eg	28.1	7.1	2.0	Sand	0.03516	0.03308	2.13	12.42	2.55	10.1	2.6	16.7	20.8	21.3	8.5	5.8	4.7	7.6	2.0	0.550	14.3	0.862			
N3	19.Sep.01	33	35.01	134	20.39	Eg	28.8	3.9	3.5	Sand	0.00055	0.00052	1.42	4.10	0.0	0.0	0.2	2.2	28.4	42.4	14.0	4.8	1.6	6.5	0.065	53.5	3.943				
S1	21.Sep.01	33	50.03	134	41.22	Gc	25.9	9.1	10.0	Mud	0.30429	0.28627	5.09	1.91	15.59	0.1	0.9	3.0	3.6	11.1	14.0	13.9	13.3	8.5	31.8	0.065	53.5	3.943			
S2	21.Sep.01	33	50.23	134	41.69	Gc	25.7	19.3	10.0	Mud	0.09877	0.09292	5.22	2.19	16.20	1.8	0.3	1.2	1.4	4.9	11.3	10.2	7.2	5.4	56.3	0.018	68.8	5.812			
S3	21.Sep.01	33	50.35	134	42.18	Gc	25.8	19.8	10.0	Mud	0.19644	0.18481	6.18	2.43	20.41	0.2	0.1	0.3	0.1	0.5	3.9	7.4	9.4	10.3	67.6	0.015	87.4	6.069			
S4	21.Sep.01	33	50.40	134	42.93	Gc	25.9	24.4	10.0	Mud	0.04789	0.04506	5.56	2.57	17.68	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	1.0	4.4	8.6	6.8	78.7	0.013	94.1	6.288			
S5	21.Sep.01	33	50.39	134	43.22	Gc	25.5	24.4	10.0	Mud	0.02143	0.02016	5.87	2.40	19.06	0.1	0.1	0.3	0.2	0.6	2.2	7.0	9.3	8.1	72.0	0.014	89.4	6.169			
T1	21.Sep.01	33	51.90	134	40.17	Gc	25.6	13.9	10.0	Mud	0.01749	0.01646	4.05	1.96	11.03	0.0	0.0	0.3	0.3	1.1	11.9	15.4	9.8	6.6	54.6	0.018	71.0	5.780			
T2	21.Sep.01	33	52.02	134	41.01	Gc	25.8	17.7	10.0	Mud	0.08887	0.08361	5.99	2.76	19.59	0.0	0.2	0.1	0.1	0.3	1.0	2.7	7.6	8.4	85.0	0.013	95.7	6.322			
T3	21.Sep.01	33	51.05	134	39.26	Gc	26.3	10.5	10.0	Mud	0.20442	0.19232	6.36	2.92	21.22	0.0	0.8	1.0	0.8	0.9	0.8	1.4	4.1	4.1	5.3	85.0	0.012	94.3	6.405		
U1	25.Sep.01	34	13.08	134	35.97	Eg	24.5	8.3	4.5	Mud	0.46636	0.43875	5.35	3.85	16.75	1.1	0.1	1.4	0.9	1.3	5.4	16.6	15.0	9.1	49.1	0.022	73.3	5.520			
U2	25.Sep.01	34	13.61	134	36.57	Eg	24.3	11.9	4.0	Mud	0.38425	0.36150	5.77	2.82	18.60	0.0	0.0	0.2	0.1	0.3	1.7	4.8	13.6	13.0	66.2	0.015	92.9	6.049			
U3	25.Sep.01	34	13.82	134	36.83	Eg	24.5	11.9	4.0	Mud	0.22619	0.21280	4.05	2.36	11.02	0.6	0.6	1.4	1.0	0.1	1.5	17.6	17.6	8.8	35.3	0.050	61.7	4.328			
U4	27.Sep.01	34	13.01	134	36.85	Eg	24.3	12.2	4.0	Mud	0.71888	0.67632	6.38	3.69	21.27	0.1	0.8	1.3	0.4	0.8	1.1	2.5	7.3	10.1	75.5	0.013	92.9	6.243			
U5	27.Sep.01	34	12.89	134	37.28	Eg	24.3	12.4	3.0	Mud	1.09242	1.02774	8.90	9.06	32.39	0.2	0.7	4.4	1.7	2.2	7.5	6.7	7.7	5.3	63.5	0.016	76.6	5.975			
U6	27.Sep.01	34	12.70	134	35.28	Eg	25.3	12.5	4.0	Sand	0.00000	0.00000	1.78	10.22	1.00	10.2	6.2	7.9	7.9	3.1	7.9	5.6	4.7	0.5	1.6	0.218	2.3	2.198			
Y1	14.Mar.00	33	46.95	134	37.88	Diver	6.3	6.3	10.0	Small stone	0.07296	0.06864	1.10	2.16	22.8	0.2	0.9	27.1	42.1	22.5	1.9	0.3	0.0	0.0	4.9	1.5	1.950	1.6	-0.965		
Y2	14.Mar.00	33	46.83	134	37.84	Diver	13.5	13.5	10.0	Sand	0.00000	0.00000	1.04	3.14	0.2	0.0	0.1	7.0	20.3	53.6	13.8	0.6	0.1	0.0	4.6	0.390	4.7	1.358			
Y3	14.Mar.00	33	46.46	134	37.70	Diver	20	20	10.0	Sand	0.00062	0.00058	1.44	5.67	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.7	25.7	59.2	11.2	0.9	0.0	1.7	0.201	2.6	2.315		
Y4	13.Mar.00	33	46.00	134	37.50	S-Mlg	11.9	31	7.5	Sand	0.00155	0.00145	1.81	7.87	1.15	0.1	0.1	0.1	0.3	0.7	25.7	59.2	11.2	0.9	0.0	1.7	0.201	2.6	2.315		
Y5	13.Mar.00	33	45.00	134	37.20	S-Mlg	13.8	59	8.1	Mud	0.02231	0.02099	3.61	8.39	9.08	2.2	1.3	5.5	5.1	3.6	8.2	34.9	15.9	5.7	17.5	0.091	39.1	3.458			
Y6	14.Mar.00	33	44.80	134	36.50	S-Mlg	12.6	53	8.2	Small stone	0.00074	0.00070	1.56	2.31	0.05	23.3	11.2	42.6	15.3	1.6	1.6	0.9	1.0	1.2	0.4	2.3	2.150	4.0	-1.104		
Y7	14.Mar.00	33	44.70	134	36.50	S-Mlg	13.6	53	8.8	Small stone	0.00122	0.00115	1.56	2.40	0.05	26.4	9.7	40.1	16.1	1.1	1.1	0.7	1.1	0.5	3.1	2.200	4.7	-1.138			

※ Eg: S-Mlg, Gc show Ekman grab Smith-McIntyre grab Gravity cover respectively.